Astronomia per tutti

Volume 7

Neofiti: Il primo approccio con il binocolo

Costellazioni: Sagittario e Scudo

Astrofotografia: Introduzione all'imaging planetario

Ricerca amatoriale: Temperatura macchie solari

Astrofisica: Le variabili pulsanti

Astronautica: L'esplorazione del Sole

Attualità: La vita nel Sistema Solare, parte 2

Domande e risposte

Daniele Gasparri

Daniele Gasparri

Astronomia per tutti: volume 7

Per vedere tutti i miei libri cliccare qui

Se vi siete persi gli altri volumi di astronomia per tutti, li trovate qui

Indice

Presentazione

Il primo approccio con il binocolo

Sagittarius – Sagittario

Scutum – Scudo

Introduzione all'imaging planetario

Determinare la temperatura delle macchie solari

Le variabili pulsanti

Domande e risposte

L'esplorazione del Sole

Vita nel Sistema Solare –Parte 2–

Nel prossimo volume

In copertina: il centro della Via Lattea al tramonto tra le costellazioni dello Scorpione e del Sagittario a cui è sovrapposto uno strano chiarore: non è inquinamento luminoso, ma la luce zodiacale, evidente da un cielo scuro come quello dell'outback australiano in questa foto scattata la sera del 13 Novembre 2012

Presentazione

È giunto finalmente il momento di osservare il cielo con il nostro primo strumento: il binocolo. Nello spazio dedicato impareremo quali sono i più adatti, come non farci venire il mal di testa durante le osservazioni e cosa possiamo puntare. Mi raccomando, non dimentichiamo gli insegnamenti appresi fino a questo punto perché d'ora in poi saranno fondamentali.

Nella categoria di fotografia astronomica ci avvicineremo all'imaging planetario, due parole che stanno a indicare la tecnica migliore per riprendere i corpi brillanti come Sole, Luna e pianeti e sfruttare tutto il potere risolutivo del nostro telescopio. Una buona notizia: non servono strumenti costosissimi, anzi, spesso va bene anche una semplice webcam e un po' di spirito d'adattamento.

Nello spazio dedicato alla ricerca andremo a vedere cosa ci riserva il Sole, da osservare sempre con un opportuno filtro solare. In particolare, con le nostre webcam da quattro soldi è possibile addirittura stimare con buona precisione la temperatura delle macchie solari.

Il tema di astrofisica affronta la grande famiglia delle stelle variabili pulsanti, astri giunti quasi al termine della loro vita che cambiano forma, luminosità e temperatura anche nell'arco di poche ore. Alcune famiglie sono molto importanti perché hanno permesso di determinare le distanze delle altre galassie, quando negli anni venti del 900 non c'era ancora alcuna prova che queste fossero isole di stelle al di fuori della Via Lattea.

Torneremo a parlare del Sole affrontando le tappe fondamentali che ci hanno permesso di studiarlo sempre in modo

più dettagliato, con sonde automatiche che si sono avvicinate ben più dell'orbita di Mercurio e raggiungendo velocità di tutto rispetto.

Infine concluderemo la panoramica sull'eventuale presenza di forme di vita nel Sistema Solare affrontando temi attualmente molto caldi (non letteralmente!) come la superficie di Titano e l'enorme oceano sommerso di Europa. Grazie a dati sempre migliori e più precisi, se qualcuno volesse scommettere qualche centesimo sulla presenza di forme di vita elementari avrebbe una buona probabilità di vincita, probabilmente superiore a chi scommetterebbe invece su Marte.

Daniele Gasparri
Giugno 2013

Neofiti

In questa sezione, che verrà estratta dai miei libri: "Primo incontro con il cielo stellato" e "Che spettacolo, ho visto Saturno!", affronterò insieme a tutti gli appassionati il difficile ma appassionante cammino verso l'osservazione consapevole dell'Universo e dei fantastici oggetti che ci nasconde.

Si tratta di un vero e proprio corso di astronomia di base, che parte dalle fondamenta per giungere, con la dovuta calma e pazienza, alla scelta del telescopio e ai consigli sugli oggetti

celesti da osservare.

Per ora limitiamoci a familiarizzare con l'astronomia, a capire di cosa parla e quali corpi e fenomeni troverete lungo il cammino.

Un consiglio prima di iniziare: preparatevi a grandi sorprese!

Il primo approccio con il binocolo

La naturale evoluzione dell’osservazione a occhio nudo prevede l’acquisto e l’utilizzo del primo strumento astronomico: il binocolo.

L’osservazione binoculare rappresenta la giusta transizione tra la visione a occhio nudo e quella attraverso un telescopio astronomico.

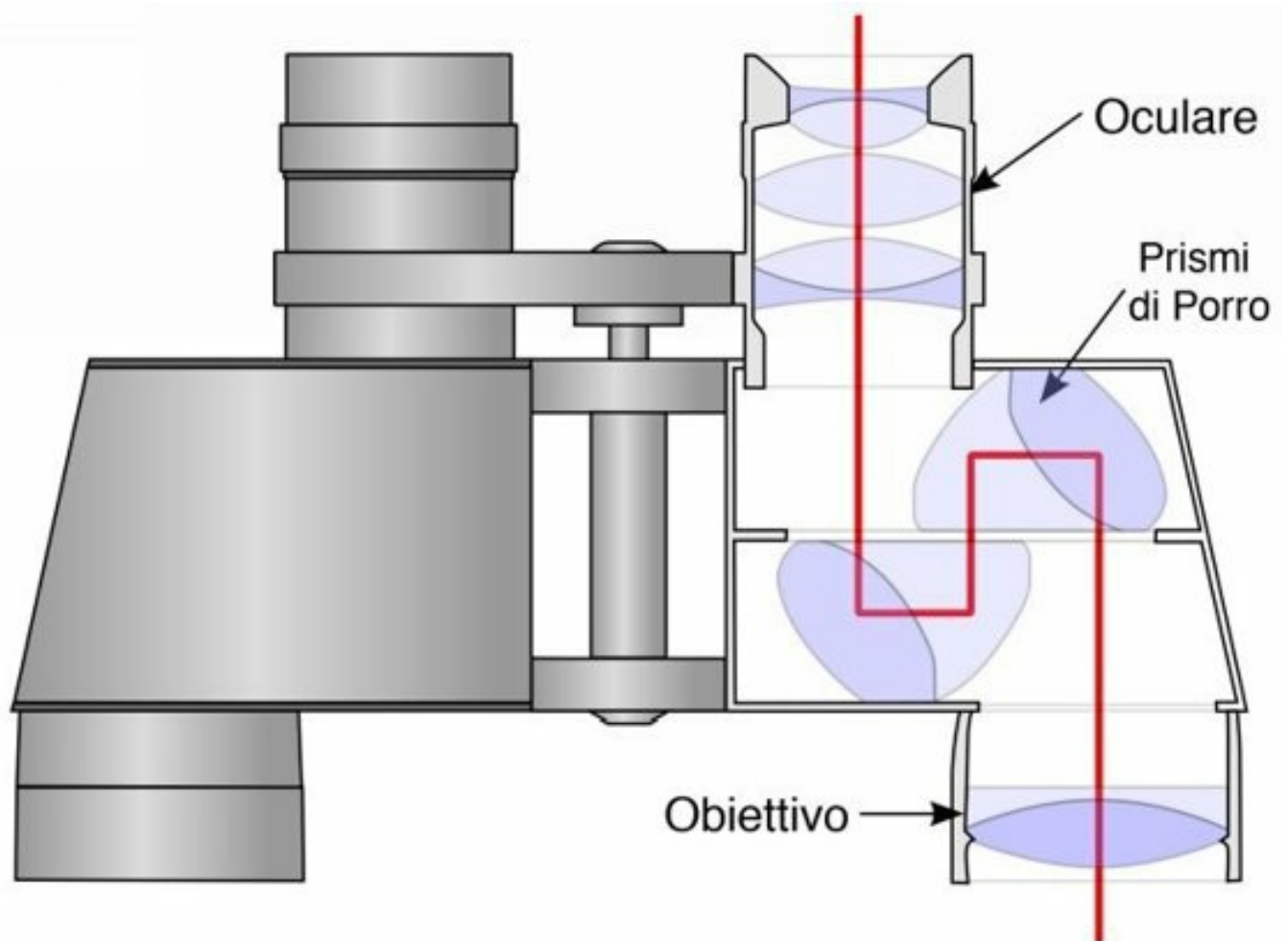
Attraverso il binocolo comincerete a imparare a muovervi tra le stelle, a cercare oggetti, a capire come osservare e quali sono i corpi celesti che vi suscitano maggiore interesse. Il binocolo, inoltre, resterà uno strumento sempre utile durante la vostra carriera di astrofili, in quanto può regalare osservazioni ed emozioni che nessun telescopio è in grado di dare.

Come è fatto e come funziona un binocolo

Il binocolo è uno strumento ottico dedicato alle osservazioni terrestri che può venire usato con profitto per l'osservazione del cielo.

Un classico binocolo è costituito da due obiettivi, le due aperture più grandi, dalle quali entra la luce che percorre tutta la lunghezza dello strumento, viene rifratta e riflessa da dei prismi che hanno il compito di raddrizzare l'immagine, che ogni sistema ottico capovolge naturalmente, fino a confluire in due piccole aperture chiamate oculari, dove si poggiano gli occhi.

Tutti i binocoli sono contraddistinti da due numeri che ne indicano la potenza: il diametro degli obiettivi e l'ingrandimento, di solito impressi sul corpo dello strumento.

Un binocolo sul quale sono incise le scritte 10X50 identifica uno strumento che fornisce 10 ingrandimenti e i cui obiettivi hanno il diametro di 50 mm ciascuno.

Schema di un binocolo classico, formato da due obiettivi, i quali convogliano la luce verso dei prismi, che hanno il compito di raddrizzare l'immagine e avvicinare gli assi ottici. In questa figura il classico binocolo con i prismi di Porro; in alternativa esistono versioni, generalmente di piccolo diametro, con prismi detti a tetto.

Al contrario dei telescopi, i binocoli usano oculari fissi, quindi non si può variare l'ingrandimento, che diventa, in questa situazione, un importante fattore di valutazione.

I binocoli ottimi per iniziare a osservare il cielo sono i 7X50, 10X50, 12X50. Questi strumenti sono allo stesso tempo leggeri ma potenti, con un ingrandimento abbastanza basso da poter essere sorretti a mano senza l'aiuto di uno scomodo treppiede.

In commercio esistono vari tipi di binocoli, da quelli giocattolo (come un 5X20) a grossi e ingombranti strumenti, dai tipici diametri telescopici (20X80, 20X100). Mentre i primi non

daranno alcuna soddisfazione per l'osservazione del cielo, i secondi sono strumenti impegnativi che richiedono un robusto treppiede per essere adeguatamente sorretti, quindi sconsigliati ai principianti.

Il prezzo di un buon binocolo è generalmente inferiore a quello dei telescopi rifrattori (ovvero a lenti) di pari diametro, in quanto la lavorazione delle ottiche può anche non essere perfetta, ma sufficiente a sopportare l'ingrandimento per il quale è stato progettato. Nonostante ciò, diffidate sempre da offerte in apparenza vantaggiose: un binocolo di qualità accettabile raramente si trova a un prezzo inferiore ai 50 euro.

Vi sono diversi metodi per stabilire la qualità di un binocolo, ma il più importante è senza dubbio la collimazione dei due obiettivi. In parole semplici, i due obiettivi devono inquadrare la stessa zona, altrimenti le immagini vi appariranno sdoppiate, come se aveste un difetto di strabismo.

Molti astrofili sottovalutano l'importanza della collimazione degli obiettivi, ma è fondamentale per osservare in modo confortevole.

Una piccola scollimazione, infatti, viene corretta dal nostro cervello durante le osservazioni, che però risulteranno stancanti e fastidiose dopo pochi minuti.

L'osservazione attraverso un binocolo otticamente e meccanicamente in ordine è rilassante e riposante anche dopo molti minuti. Se così non è, allora provate a vedere se i due obiettivi inquadrano esattamente lo stesso campo. Poggiate il binocolo su un supporto e guardate alternativamente con l'occhio sinistro e l'occhio destro: se notate che gli oggetti all'interno si spostano, allora il vostro binocolo è leggermente scollimato ed è questa, con tutta probabilità, la causa della fatica che provate

durante le osservazioni.

Se la scollimazione è grave, sarà impossibile fare osservazioni proficue. Se state provando lo strumento, vi consiglio di non acquistarlo. Se invece il binocolo è già vostro, resistete alla tentazione di buttarlo, perché nella stragrande maggioranza dei casi lo strumento si può collimare agendo su delle piccole viti laterali atte a spostare leggermente i prismi. Se non sapete come fare, fatevi consigliare da un esperto e vedrete che il binocolo tornerà a nuova e inaspettata vita.

L’osservazione al binocolo

Una volta acquistato il binocolo adatto non dovete far altro che uscire fuori, sotto un cielo scuro, aspettare 15 minuti affinché i vostri occhi si adattino al buio, e osservare attraverso lo strumento, proprio come avete fatto durante le prime osservazioni a occhio nudo.

Questo primo impatto con la vostra “seconda osservazione” vi farà capire subito potenzialità e difficoltà dell’osservare il cielo con uno strumento astronomico. Sicuramente noterete che il campo inquadrato dal binocolo è molto più piccolo di quello che avete a occhio nudo: quasi tutte le costellazioni non possono neanche essere inquadrate totalmente. D’altra parte, noterete subito come il numero delle stelle che potete osservare è molto maggiore rispetto all’osservazione senza strumenti, quindi potenzialmente potete riuscire a osservare molti nuovi oggetti.

L’osservazione binoculare vera e propria va naturalmente preparata più scrupolosamente di quella a occhio nudo, anche perché cambiano gli oggetti da osservare: se a occhio nudo avete imparato a riconoscere le costellazioni, con un binocolo andiamo oltre; saper identificare le figure del cielo ci servirà semplicemente come base per trovare nuovi oggetti che a occhio nudo non sono visibili.

Cosa serve per osservare al binocolo

Alcune delle informazioni che state per leggere le avete viste nei volumi precedenti ma ripeterle non fa di certo male.

Prima di tutto occorre un cielo scuro, lontano dalle luci della città. Per un cielo scuro si intende un cielo la cui magnitudine limite allo zenit sia di almeno 5,5, meglio 6. Per conoscere la magnitudine limite aiutatevi con delle mappe delle costellazioni che in quel periodo dell'anno sono visibili sopra la vostra testa. Orientativamente, se siete in estate avrete la costellazione della Lira sopra di voi, se siete in autunno avrete Andromeda; in inverno l'Auriga e in primavera l'Orsa maggiore.

Procuratevi delle carte di queste costellazioni che riportano magnitudini fino alla 6,5 e cercate in cielo la stella più debole che riuscite ad avvistare a occhio nudo in visione distolta (ovvero con la coda dell'occhio) e con un adeguato adattamento al buio. Identificatene la magnitudine sulla mappa e capirete subito la qualità del vostro cielo. Se è superiore a 5,5 allora il vostro cielo è buono, in caso contrario meglio lasciar perdere e spostarsi, oppure dedicarsi all'osservazione della Luna e dei pianeti.

Purtroppo la realtà può essere dura, ma va affrontata: è del tutto inutile osservare oggetti deboli dalle città, sia se si possiede un binocolo che il telescopio più grande del mondo.

Se abitate in città e non avete la possibilità di spostarvi, allora purtroppo tutti gli oggetti al di fuori delle stelle doppie, dei pianeti e della Luna vi saranno sempre e inesorabilmente preclusi.

In cielo non deve essere presente la Luna, la quale si comporta come un grande faro. Fate quindi questo test solamente nelle notti in cui il nostro satellite naturale è assente.

Se potete, osservate in compagnia; di certo sarà tutto più emozionante e meno stancante.

La comodità e il caldo sono condizioni importantissime per avere osservazioni emozionanti e rilassanti.

Vestitevi molto bene perché il freddo, anche in estate, è sempre in agguato anche quando apparentemente non si sente (e quando lo sentite è probabilmente già troppo tardi per scaldarvi). Ricordatevi che state all'aperto e ci starete per qualche ora probabilmente, quindi bisogna vestirsi molto più pesantemente rispetto a ciò che fareste nelle normali situazioni.

Per stare comodi durante l'osservazione è utilissima una sedia a sdraio che vi consente di stare comodamente a testa insù.

Se la serata è particolarmente rigida, portatevi con voi qualche bevanda calda in un thermos. Meglio evitare gli alcolici, che compromettono la visione e il sicuro ritorno a casa in auto!

Le mappe del cielo sono fondamentali.

Nella pagina seguente potete vederne un esempio preparato con il programma gratuito Cartes du Ciel, che ritrae la costellazione della Lyra.

Esempio di mappa celeste per l'osservazione binoculare e telescopica, preparata con il software Cartes Du Ciel.

Le mappe si possono tranquillamente creare e stampare utilizzando ogni programma di simulazione del cielo, come i citati Cartes du Ciel o Stellarium.

Sceglietevi 5-6 costellazioni che siano visibili quella notte, possibilmente nel disco della Via Lattea (estiva o invernale), e fatevi mostrare dal software gli oggetti principali e la magnitudine di alcune stelle deboli comprese tra la 5 e la 7.

Cosa osservare con il binocolo

Di certo avete l'imbarazzo della scelta e non vi basterà una serata per osservare tutto il cielo visibile nel periodo dell'anno scelto.

Gli oggetti da osservare sono quelli del cielo profondo, ovvero oltre il Sistema Solare, in particolare quelli, come le grandi nebulose e ammassi aperti, che hanno una notevole estensione angolare.

Il binocolo purtroppo non può variare gli ingrandimenti, che restano abbastanza modesti, per questo motivo non si possono osservare con profitto i pianeti, ma si può comunque avere una buona visione d'insieme della Luna, soprattutto quando è prossima al primo quarto.

Tutti gli oggetti più luminosi della magnitudine 6,5 ed estesi almeno la metà del diametro apparente della Luna sono adatti. Costruite le mappe celesti utilizzando questi due criteri.

Le mappe vi serviranno per rintracciare con facilità gli oggetti principali ed essere consapevoli di quello che state osservando. In questo modo approfondirete la conoscenza delle stelle e delle costellazioni, alla base di ogni osservazione astronomica.

Se siete curiosi e vi piace la sfida, tutti o quasi gli oggetti del catalogo di Messier sono alla portata di un binocolo da 50 mm di diametro, un cielo buio e una vista d'aquila. Benché non spettacolari come al telescopio, sicuramente potrete trovare stimoli e soddisfazione nell'organizzare una bella sfida con voi stessi o con gli amici contando quanti e quali oggetti di Messier riuscite a osservare in una notte, e, perché no, cercare di disegnarli e vedere una volta tornati a casa se le vostre impressioni sono state corrette o meno.

La verità è che lo spirito e le motivazioni di ogni osservazione astronomica possono essere le più svariate; sta a voi fare ciò che vi diverte di più.

Come osservare con il binocolo

Le mappe che avete con voi sono i punti di riferimento per trovare gli oggetti da osservare nella sfera celeste.

Tenete al vostro fianco un taccuino nel quale annotare le osservazioni e abbozzare qualche veloce disegno, magari confrontandolo con quello che prova ad effettuare il vostro compagno di osservazioni.

Scambiatevi idee e impressioni, fate a gara a chi vede più oggetti o parti più deboli di un oggetto. Non abbiate mai a priori nella mente l'immagine dell'oggetto che state osservando, scopritelo da soli senza farvi influenzare da ciò che avete visto in alcune immagini.

Per rintracciare più facilmente gli oggetti è necessario capire quanto è esteso il campo inquadrato dal vostro binocolo. Se non lo sapete già, potete stimarlo osservando una porzione di cielo di cui conoscete le dimensioni angolari: le solite stelle del grande carro fanno proprio al caso nostro. Il campo reale generalmente oscilla tra i 5° e i 7° e dipende dal campo apparente degli oculari e dall'ingrandimento.

Puntando le stelle del grande carro, o ogni altra zona di cielo di cui conosciamo le distanze, siamo subito in grado di dare una stima al campo reale.

Capito quanto sia grande il campo inquadrato dal binocolo, potete consultare le mappe con maggiore consapevolezza e procedere alla tecnica dello star hopping per trovare gli oggetti celesti.

Lo star hopping è una tecnica che prevede di puntare l'oggetto desiderato aiutandoci con stelle brillanti vicine, attraverso piccoli movimenti di stella in stella.

Il puntamento manuale di oggetti invisibili a occhio nudo avviene sempre con questa tecnica, che consente di acquisire un'ottima conoscenza del cielo e delle distanze. La ricerca degli oggetti diventa parte dell'emozione di un'osservazione, una vera e propria esplorazione del cielo che mette alla prova la vostra pazienza e abilità. Parleremo ancora dello star hopping quando affronteremo l'osservazione telescopica.

Osservate un oggetto con calma dedicandogli il giusto tempo: l'osservazione non è una gara contro il tempo, ma qualcosa da gustare (a meno che con il vostro amico non decidiate di fare una gara a chi osserva più oggetti in un tempo stabilito, davvero divertente!).

I dettagli tendono a venir fuori solamente dopo un paio di minuti di osservazione, meglio se effettuata in visione distolta.

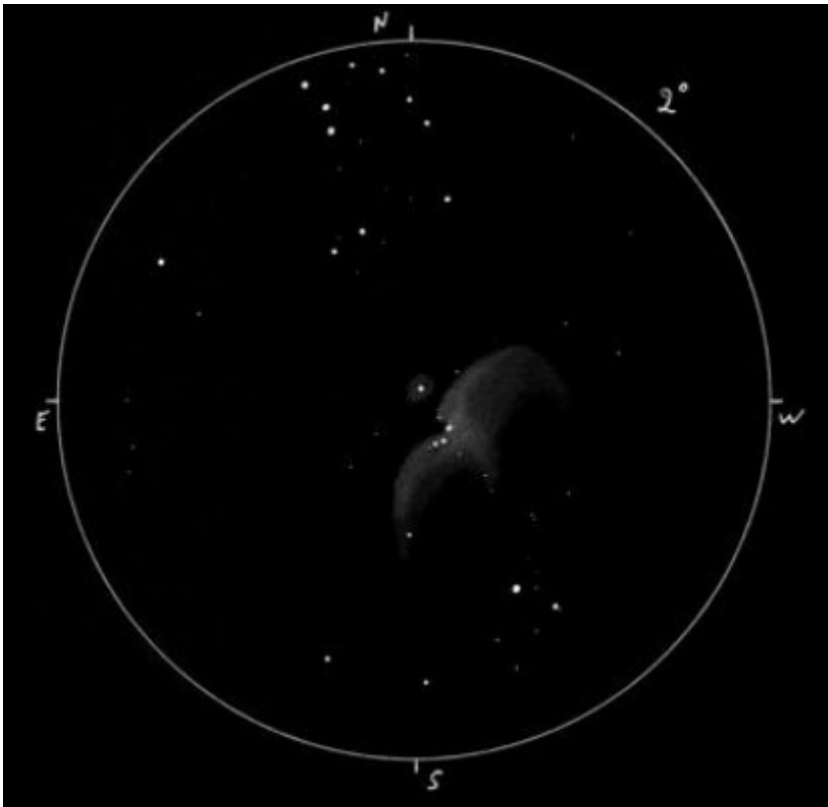
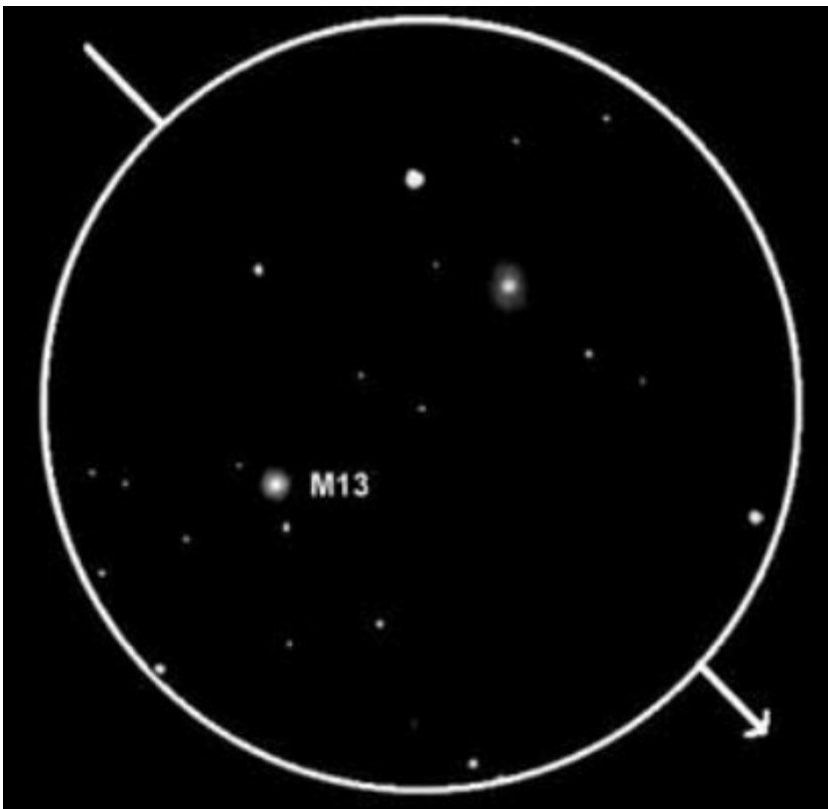
Un'importante precisazione: l'orientazione delle costellazioni rispetto al nostro orizzonte cambia nel corso della notte e dei mesi a causa della rotazione della Terra. Le costellazioni, quindi, non solo si spostano in cielo, ma le figure cambiano l'orientazione a seconda di dove si trovano.

Quando vogliamo trovare un oggetto situato, ad esempio, 5° a nord di una stella, la direzione data è da intendersi sempre rispetto ai punti cardinali della sfera celeste, in questo caso il polo nord celeste, non rispetto al nord inteso come direzione verticale rispetto alla nostra posizione.

L'orientazione dei punti cardinali della sfera celeste è fissata.

Ogni orientazione in astronomia si riferisce sempre ai rispettivi punti sulla sfera celeste e coincide con gli assi verticali e orizzontali solamente quando la stella o la costellazione si trovano al meridiano, ovvero nel loro punto più alto sull'orizzonte.

Questo momento è detto anche meridiano centrale; geometricamente è una linea immaginaria che passa per il polo nord, lo zenit, il polo sud e il nadir e identifica il punto di culminazione degli oggetti astronomici, ovvero il punto in cui l'altezza è maggiore.

Per definizione, l'azimut di ogni stella che si trova in meridiano è pari a zero.

La grande nebulosa di Orione vista attraverso un buon binocolo 10X50.

L’ammasso globulare M13 in Ercole, attraverso un binocolo 7X50.

Oggetti binoculari in Autunno

Nome	Costellazione	Descrizione
Doppio Ammasso (NGC869-884)	Perseo (Per)	Coppia di ammassi aperti estremamente spettacolari. Si osservano in piena Via Lattea tra Cassiopea e Perseo, anche a occhio nudo, come due piccole macchioline. Spettacolari con il binocolo, immersi nel ricco campo di stelle della Galassia.
M34	Perseo (Per)	Ammasso aperto a metà strada tra γ Andromedae e β Persei (Algol). Nel binocolo appare parzialmente nebuloso, con 5-6 stelle ben visibili e immerse in una macchia rotonda ed estesa.
M31 (Galassia di Andromeda)	Andromeda (And)	La famosa galassia di Andromeda, facile da individuare a occhio nudo, bellissima al binocolo, più che con un telescopio. Situata sopra β Andromedae, appare ovale e molto luminosa. Osservata con attenzione e in visione distolta risulta molto più estesa.

		4° a sud della stella più a sud della costellazione di Pegaso.
M52	Cassiopea (Cas)	Ammasso aperto facile da trovare appena all’esterno della W di Cassiopea.
NGC752	Andromeda (And)	Ammasso aperto nella costellazione di Andromeda. Molto esteso e poco concentrato, appare come un gruppo di stelle di diversi colori.

Oggetti binoculari in Inverno

Nome	Costellazione	Descrizione
Pleiadi (M45)	Toro (Tau)	Famosissimo ammasso aperto, facile da osservare a occhio nudo anche da cieli inquinati. Splendido da osservare con ogni binocolo.
Iadi	Toro (Tau)	Ammasso aperto molto esteso, a sud delle Pleiadi. Forma una specie di V con a capo Aldebaran, di cui però non ne fa parte. È uno degli ammassi aperti a noi più vicini, risolto a occhio nudo e bellissimo con un binocolo.
M42	Orione (Ori)	La grande nebulosa di Orione non ha bisogno di presentazioni. Facilissima da trovare sotto la cintura di Orione, a metà della spada. Ad occhio nudo appare come una stella sfocata, con un binocolo è stupenda. In visione distolta si possono osservare delle tenui sfumature nell'intricata trama della nebulosa, al centro della quale si trova il trapezio, un

		piccolo ammasso aperto.
M41	Cane maggiore (CMa)	Ammasso aperto situato 4° a sud di Sirio. Esteso quando la Luna piena, è facile da trovare e osservare con il binocolo, presentando una discreta concentrazione di stelle luminose. Non è visibile a occhio nudo.
M36 M37 M38	Auriga (Aur)	Tre ammassi aperti, tutti e tre ben visibili nella parte bassa dell'Auriga. M36 é il più piccolo ma il più brillante. M37 resta nebuloso, mentre M38 si risolve nelle singole stelle. Tutta questa regione del cielo è stupenda se osservata con il binocolo.
M35	Gemelli (Gem)	Ammasso aperto a sud di ε Gemini. Visibile a occhio nudo da un cielo estremamente scuro, é splendido in un binocolo, che ne mostra le singole stelle.
M46 M47	Poppa (Pup)	Ammassi aperti situati circa 8° a nord di Sirio, quindi abbastanza facili da trovare. In un binocolo sono visibili nello stesso campo. M47 è più brillante e risolto in stelle, M46

	è risolvibile solo parzialmente con binocoli da 50 mm.

Oggetti binoculari in Primavera

Nome	Costellazione	Descrizione
M44	Cancro (Cnc)	Il famoso ammasso aperto Presepe è facile da avvistare a occhio nudo, se il cielo è abbastanza buio, situato nella debole costellazione del Cancro, di cui sembra essere l'oggetto più evidente, più delle stelle della costellazione. È stato il primo osservato al telescopio da Galileo nel diciassettesimo secolo, agli albori delle osservazioni astronomiche. Spettacolare al binocolo.
M67	Cancro (Cnc)	Altro ammasso aperto molto diverso quanto a concentrazione ed età rispetto ad M44. Si trova circa 2° a est della stella α. Al binocolo non è facile da risolvere, se non parzialmente in visione distolta.
M3	Cani da Caccia (Cnv)	Ammasso globulare facile da osservare come una piccola macchia bianca e sfocata. Non è semplice da individuare perché la zona è povera di stelle, a circa 12° a nord-est di Arturo.

Oggetti binoculari in Estate

Nome	Costellazione	Descrizione
M13	Ercole (Her)	Famoso ammasso globulare visibile anche a occhio nudo. Appare come una macchia brillante e rotonda rintracciabile lungo la linea che congiunge le stelle η e ζ della costellazione, a circa 1/3 della distanza di ζ da η.
M92	Ercole (Her)	Ammasso globulare leggermente più difficile da rintracciare, perché in un'area povera di stelle. Possiamo trovarlo 4° a sud-ovest di τ Herculis. Molto bello al binocolo, di aspetto nebuloso; un po' debole.
M4	Scorpione (Sco)	Altro ammasso globulare nello stesso campo di Antares, la brillante stella dello Scorpione. Debole, ma piuttosto esteso.
M6 M7	Scorpione (Sco)	Ammassi aperti nella coda dello Scorpione, visibili nello stesso campo di vista di ogni binocolo e perfettamente risolti. Visione molto suggestiva.
M22	Sagittario	L'ammasso globulare più

	(Sgr)	luminoso visibile nel cielo boreale appare come una stella sfocata e dalle dimensioni simili a quelle della Luna piena.
M23 M24	Sagittario (Sgr)	M23 è un piccolo ammasso aperto, mentre M24 una gigantesca nube stellare ricchissima di stelle colorate, visibile perfettamente anche a occhio nudo. Assolutamente meravigliosa con ogni binocolo.
M8 M17 M20	Sagittario (Sgr)	Nebulose ad emissione. M8 ed M20 sono molto vicine tra di loro, visibili nello stesso campo. M8, detta nebulosa Laguna, è perfettamente visibile anche a occhio nudo come una piccola nube lungo il disco della Via Lattea. M20 é più piccola e debole. M17 si trova una decina di gradi più a nord. È detta nebulosa Omega o Cigno, per la sua forma caratteristica, solamente intuibile al binocolo.
M11	Scudo (Sct)	Ammasso aperto tra i più belli al binocolo, detto “Anitra selvatica”. Si trova circa 3° a ovest della stella λ dell’Aquila, situata sul bordo inferiore della

	costellazione. È esteso e luminoso; nelle notti molto trasparenti comincia a risolversi con un binocolo da 80 mm.

Costellazioni

Questa rubrica è tratta dal libro: “La mia prima guida del cielo”.

Se avete un telescopio, magari da poco tempo, e volete cercare degli oggetti che non sapete come trovare, questa è la

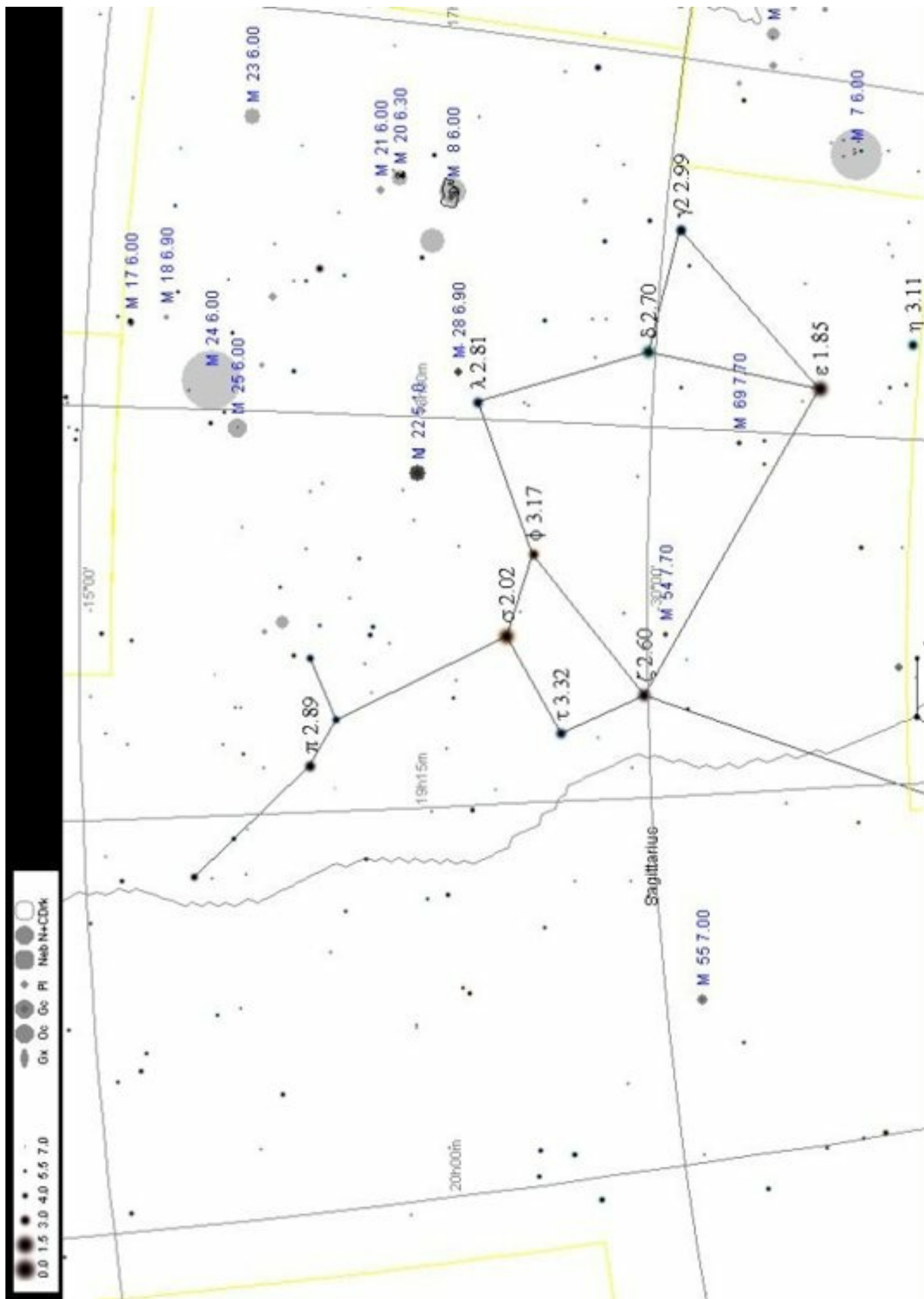
sezione che fa per voi.

Ogni mese, compatibilmente con il periodo dell'anno in cui verrà rilasciato il nuovo numero, troverete uno zoom su due costellazioni interessanti, con una mappa contenente stelle fino alla magnitudine 7 e oggetti fino alla magnitudine 11, una breve descrizione, un cenno ai racconti mitologici (qualora presenti) e una lista, completa di immagini e disegni, degli oggetti del cielo profondo più facili da osservare.

Tutti gli oggetti deep-sky elencati sono alla portata anche di un piccolo strumento da 10 centimetri di diametro, e se avete una buona vista e un cielo scuro anche di un classico binocolo 10X50.

Non troverete immagini professionali, ma spesso disegni effettuati da altri osservatori con telescopi amatoriali. In questo modo spero di evitarvi il pericolo più grande dell'astronomia pratica: creare false aspettative.

L'osservazione visuale, infatti, non è neanche lontana parente della fotografia astronomica, in particolare per quanto riguarda i colori, invisibili quasi completamente con qualsiasi telescopio si osservi. Ma l'idea di poter osservare con i propri occhi, attraverso il proprio strumento, e quasi toccare quell'indistinto batuffoletto irregolare, che in realtà è un oggetto reale, posto a distanze inimmaginabili e di dimensioni inconcepibili appartenente a un Universo meravigliosamente perfetto, regala una soddisfazione che nessuna macchina fotografica o schermo di computer potranno mai regalare, né ora, né mai.

Sagittarius – Sagittario	In meridiano alle 22 del 1 Agosto

Descrizione

Sagittario è un centauro, animale mitologico metà uomo e metà cavallo, spesso identificato con Chirone, sebbene l'immagine del centauro che tiene teso un arco non corrisponda a Chirone, noto per la sua saggezza e gentilezza.

Secondo alcune leggende, fu Chirone a creare la figura celeste, per indicare, con la freccia tesa dal suo arco, la direzione per guidare Giasone e gli Argonauti in viaggio con la nave Argo.

Il Sagittario si trova prospetticamente sovrapposto al centro della nostra Galassia, in una delle zone più ricche e spettacolari dell'intera sfera celeste.

Il corpo principale è facilissimo da identificare e sembra formare una casa con il tetto a punta. Contiene numerosi oggetti da osservare, ed è una costellazione nella quale perdersi per ore con un buon binocolo o un telescopio a basso ingrandimento.

Oggetti principali

M22: L'ammasso globulare più luminoso visibile dall'emisfero boreale, più brillante del grande ammasso di Ercole, benché meno spettacolare perché basso sull'orizzonte e meno denso. Visibile anche con il più piccolo strumento ottico, o addirittura a occhio nudo, è il più facile da risolvere in stelle, a cominciare da strumenti di 120 mm. Le sue componenti più luminose sono infatti di magnitudine 11.

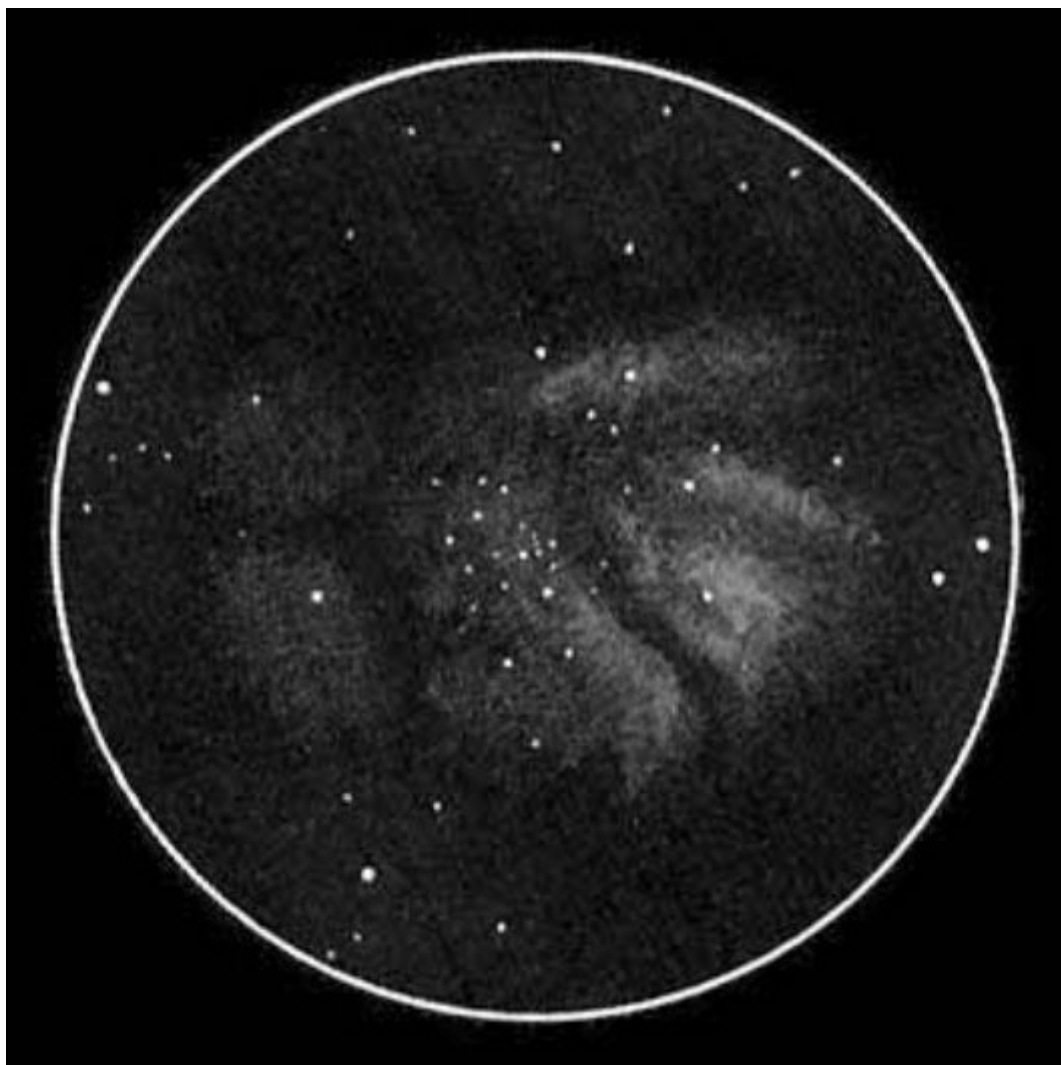
M8: La nebulosa Laguna è una grande nube di gas caldo visibile perfettamente a occhio nudo come una piccola nube irregolare. Mostra la sua bellezza con un binocolo, meglio se un 20X80, che però richiede un treppiede. Al centro è ben visibile un giovane ammasso aperto formatosi proprio dal gas che costituisce la nebulosa. Al telescopio, a causa della sua grande estensione, appare meno spettacolare con diametri modesti. Guadagna moltissimi punti con strumenti da 200 mm, risultando bellissima e piena di deboli sfumature.

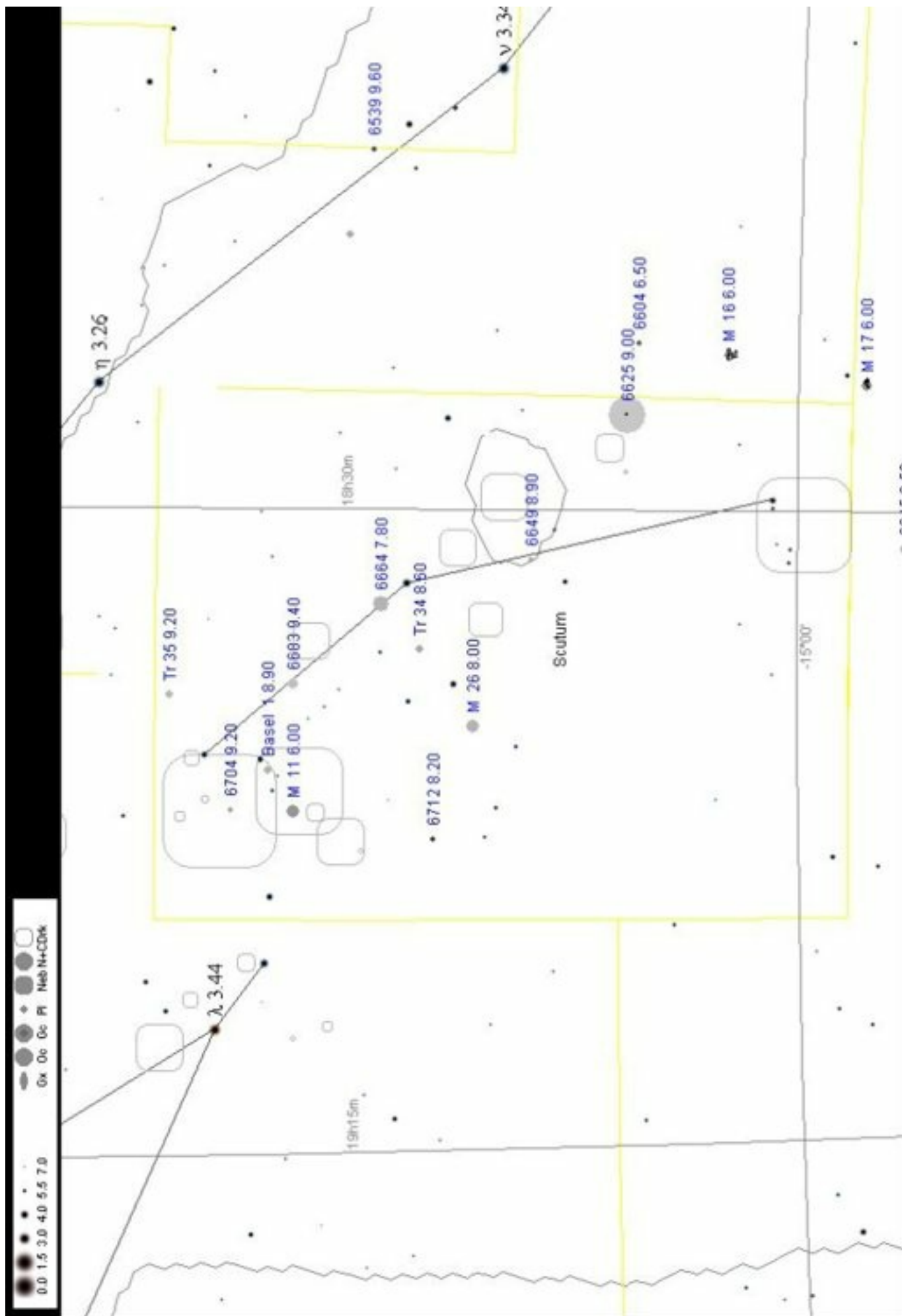
M20: La famosa nebulosa Trifida, chiamata così perché se osservata con un telescopio da almeno 150 mm risulta attraversata da tre strisce scure che la dividono in altrettante porzioni quasi uguali. La parte settentrionale della nebulosa riflette la luce di una brillante stella ed è quindi una nebulosa a riflessione, mentre la parte più evidente è principalmente ad emissione. Oggetto bellissimo da osservare con ogni strumento, sebbene un po' evanescente nei piccoli diametri.

M17: La nebulosa Omega è un'altra grande nube di gas

caldo, simile alla lettera greca che le ha valso questo appellativo. Visibile con ogni strumento, è spettacolare con telescopi di almeno 200 mm di diametro e naturalmente cieli scuri.

M28-54-55-69-70: Cinque ammassi globulari compresi tra la magnitudine 6 e 7,50, molto belli da osservare e confrontare con strumenti di 200 mm.

L’ammasso M22 è il più facile da risolvere, già con strumenti di 120 mm.

La nebulosa Laguna osservata attraverso uno strumento da 300 mm a bassi ingrandimenti.

Scutum – Scudo	In meridiano alle 22 del 1 Agosto

Descrizione

Costellazione recente, creata dall'astronomo Johannes Hevelius nel XVII secolo, in onore del re di Polonia Giovanni III Sobieski, dopo che riuscì a respingere l'invasione turca del 1683.

È una figura poco appariscente, ma abbastanza agevole da osservare perché piccola e semplice, situata nel mezzo del disco della Via Lattea, tra l'Aquila (a nord) e il Sagittario (a sud), quindi ricca di oggetti galattici, principalmente ammassi aperti.

Oggetti principali

M11: Soprannominato ammasso dell'Anitra Selvatica, è un ammasso aperto molto denso e concentrato, visibile anche con un binocolo. Rivela le sue stelle più brillanti a un telescopio di almeno 100 mm utilizzato a 80-100 ingrandimenti. Davvero emozionante e risolto totalmente con uno strumento di 200 mm.

M26: Altro ammasso aperto, meno luminoso e denso di M11. Le sue stelle principali hanno tutte magnitudine superiore alla 9. L'osservazione è quindi appagante solamente con strumenti di almeno 90-100 mm.

Il punto brillante al centro ritrae l'ammasso M11, nel cuore della costellazione dello Scudo, la quale si staglia su una zona particolarmente ricca di stelle della Via Lattea, soprannominata nube stellare dello scudo.

Astrofotografia

Questa classica sezione sarà il contenitore nel quale convoglieranno preziosi consigli su come intraprendere la difficile ma estremamente appagante strada della fotografia astronomica.

Inizieremo dal basso, da alcune semplici applicazioni, per poi giungere, insieme, alle tecniche necessarie per ottenere le splendide immagini che è possibile ammirare in rete.

Se volete approfondire vi consiglio il libro: "Tecniche, trucchi e segreti dell'imaging planetario" per la fotografia dei pianeti, o: "Tecniche, trucchi e segreti della fotografia astronomica" per riprendere nebulose, galassie e ammassi stellari, con o senza telescopio.

Introduzione all’imaging planetario

Nel precedente volume abbiamo affrontato, in punta dei piedi, il difficile tema delle riprese a lunga esposizione attraverso il telescopio. Fortunatamente non tutte le applicazioni di fotografia astronomica attraverso il nostro strumento sono così difficili. L’imaging planetario, branca della fotografia astronomica specializzata nelle riprese dei pianeti, del Sole, della Luna e di brillanti stelle doppie, sfrutta un’altra proprietà fondamentale dei telescopi: il potere risolutivo. La notizia buona è che per sfruttare il potere risolutivo non sono necessarie lunghe esposizioni, anzi, una tecnica completamente differente rispetto a quella necessaria per riprendere galassie, nebulose e ammassi stellari. Non sono richieste camere super sensibili, nemmeno montature iper precise e sofisticati sistemi di guida. Anzi, per iniziare è perfetta una comunissima webcam.

Ma andiamo con ordine senza bruciare troppo le tappe e cerchiamo di avere una panoramica su quest’affascinante mondo.

Se volete utilizzare il vostro telescopio, questo è il tipo di fotografia più facile da affrontare.

Il dispositivo di ripresa attualmente migliore è una semplice webcam per computer.

Prendete una webcam con buone caratteristiche, come la Philips SPC900 o le gloriose (e ormai introvabili, se non nell’usato) Toucam Pro e Vesta. In generale, tutte le webcam sono adatte alla ripresa della Luna, ma per riprendere adeguatamente anche i pianeti è meglio che siano soddisfatti alcuni punti:

- La webcam deve avere un sensore di tipo CCD, non un CMOS.

- L’obiettivo originale deve essere smontabile perché non ci serve per le riprese al telescopio.
- La sensibilità alla luce deve essere di almeno ad 1 lux.
- Non importa affatto il numero di pixel, tanto i pianeti sono oggetti piccoli, anzi, è inutile avere un sensore con molti pixel.

Se non riuscite a trovare una webcam adatta, o la vostra passione per i pianeti è già consolidata, potete prendere in considerazione l’acquisto di camere specifiche per questi scopi. Le cosiddette camere planetarie non sono altro che delle videocamere ad alta sensibilità e con la possibilità di raccogliere molte immagini al secondo (fps, frame per second), prive dell’obiettivo e con un supporto che consente di inserirle nel portaoculari del telescopio, esattamente al posto dell’oculare dedicato all’osservazione visuale. Alcune camere planetarie ottime ed economiche sono quelle prodotte dall’azienda The Imaging Source o dalla canadese Point Grey.

La ripresa attraverso questi dispositivi richiede la presenza costante di un computer al quale devono essere collegate, quindi un portatile, da tenere vicino al telescopio durante le riprese.

La montatura del telescopio deve naturalmente essere di tipo equatoriale e motorizzata almeno sull’asse di ascensione retta, ma non deve avere una stabilità eccezionale, visto che la tecnica prevede l’acquisizione in rapida successione di immagini a breve esposizione. L’importante è che il soggetto inquadrato resti nel campo di ripresa, sebbene non necessariamente nella stessa posizione.

La tecnica di ripresa è semplice e può essere riassunta nei seguenti punti:

- La videocamera va privata dell'obiettivo e collegata al telescopio senza alcun oculare.
- L'ingrandimento che si raggiunge, o meglio, la scala dell'immagine, dipende dalla focale del telescopio e dalle dimensioni dei pixel della videocamera. Generalmente, per riprendere un pianeta ad alta risoluzione serve un rapporto focale compreso tra f20 ed f40, ottimo f30. Visto che nessun telescopio nasce con questo rapporto focale, si è soliti inserire delle lenti di barlow nel portaoculari, prima della videocamera, che aumentano la focale di almeno 2 volte o più. Alcune lenti di barlow consentono di variare il fattore di moltiplicazione della focale semplicemente allontanando il sensore. Maggiore è la distanza del sensore dalla lente, maggiore è l'ingrandimento. Una tecnica complementare per aumentare la focale prevede l'inserimento di un oculare al posto della lente di barlow e di operare in proiezione di oculare. A seconda della focale dell'oculare e della distanza del sensore, si ottiene un ingrandimento variabile. Per le prime riprese, che verranno fatte sulla Luna, consiglio di operare al fuoco diretto, ovvero senza inserire alcun elemento ottico per aumentare la focale. Fatta la giusta esperienza, ci si preoccuperà poi di come aumentare la focale, quindi l'ingrandimento dell'immagine. In ogni caso non è mai conveniente andare oltre f40: l'ingrandimento risultante sarebbe eccessivo, proprio come un ingrandimento superiore a 2,5 volte il diametro dell'obiettivo lo è per l'osservazione visuale.

- Si riprendono filmati della durata di qualche minuto, raccogliendo almeno un migliaio di singoli fotogrammi, detti anche frame.
- Attraverso dei programmi appositi, i frame del filmato vengono analizzati. I migliori, quelli non rovinati dalla sempre presente turbolenza atmosferica (seeing) vengono selezionati, allineati e sommati per formare l'immagine finale, che di conseguenza sarà composta dalla somma, o media, di centinaia di singole immagini di ottima qualità. Questa immagine è detta grezza, o RAW, e contiene molto più segnale e dettaglio delle singole esposizioni.
- L'immagine RAW deve essere elaborata, perché il segnale è generalmente nascosto alla vista. Attraverso filtri di contrasto specifici, di solito maschere sfocate o wavelet, si procede all'estrapolazione dei dettagli contenuti. Sta alla sensibilità dell'elaboratore ottenere un'immagine correttamente elaborata, dall'aspetto naturale ma contenente tutti i dettagli che sono stati catturati in fase di ripresa. L'elaborazione non altera la natura dell'immagine, ma fa risaltare solamente il segnale che è già stato ripreso. Nessuna elaborazione, quindi, può far miracoli: la qualità è determinata nella fase di ripresa. Una corretta elaborazione consente semplicemente di estrapolare tutto il segnale e le potenzialità dell'immagine grezza.

La fotografia di Luna e pianeti brillanti si effettua con alcune webcam o camere planetarie in grado di riprendere tante immagini al secondo, registrando dei video.

Tecnica per riprendere Luna e pianeti

La ripresa dei pianeti può essere condotta anche da cieli inquinati da luci artificiali, visto che ci serve sfruttare solamente il potere risolutivo dello strumento. Sfortunatamente, la ripresa planetaria, come d'altra parte l'osservazione, soffre il problema della turbolenza atmosferica e deve quindi essere condotta quelle relativamente rare volte in cui la nostra atmosfera è calma.

Il telescopio deve essere perfettamente collimato e acclimatato. Quest'ultimo punto è fondamentale. Se le lenti o gli specchi non hanno la stessa temperatura dell'ambiente, si creano moti turbolenti locali che rendono le immagini prive di dettagli e contrasti, a prescindere dalla turbolenza atmosferica. La turbolenza locale è generata anche dalla presenza di tetti riscaldati di case, di grossi centri urbani, soprattutto se si osservano oggetti bassi sull'orizzonte, e dalla presenza di ostacoli naturali che alterano la circolazione dei venti. Sebbene quindi la presenza delle luci di una città non è assolutamente dannosa, di fatto le condizioni ambientali presenti all'interno dei grandi centri urbani sono spesso incompatibili con il raggiungimento dell'alta risoluzione necessaria per la ripresa dei pianeti.

Le migliori condizioni atmosferiche si presentano d'estate e d'inverno, stagioni più stabili dal punto di vista meteorologico.

Le condizioni ambientali adatte si hanno in assenza di vento, all'alba o poco dopo il tramonto, o in generale ogni volta che la temperatura è stabile e non si creano moti convettivi tra il terreno più caldo e l'atmosfera più fredda. La stabilità a livello locale è quasi sempre testimoniata dalla presenza di una leggera foschia. In queste condizioni, se le condizioni dei livelli più alti

dell'atmosfera sono buone, si hanno le serate migliori per le riprese in alta risoluzione.

Il territorio italiano non è molto fortunato sotto questo punto di vista, percorso da catene montuose che alterano lo scorrere dei venti, generando quindi moti turbolenti per tutto il territorio che viene a trovarsi sotto vento. Le zone pianeggianti sono le migliori. Da questo punto di vista, l'inquinata pianura Padana è sicuramente il luogo che per più giorni l'anno gode della necessaria stabilità atmosferica, locale e ad alta quota.

A prescindere dalla ricerca di quei rari giorni di stabilità atmosferica, per le prime prove e per la necessaria esperienza potete riprendere ogni volta che ne avete la possibilità. Naturalmente le condizioni strumentali, ovvero collimazione e acclimatamento, devono essere sempre rispettate.

Una delle difficoltà maggiori che si incontrano le prime volte è puntare l'oggetto da riprendere e mettere a fuoco.

Il primo soggetto da riprendere dovrebbe essere la Luna. Puntatela con un oculare, affinate l'allineamento del cercatore, che dovrebbe essere perfetto, andate sul dettaglio che volete riprendere (sempre vicino al terminatore) e centratelo con un ingrandimento attorno alle 200 volte. Togliete l'oculare, inserite la camera planetaria o la webcam, senza altri elementi ottici e regolate luminosità e messa a fuoco. La posizione di fuoco sarà generalmente molto diversa rispetto all'osservazione visuale, quindi non vi fate problemi nel muovere il focheggiatore in modo sensibile.

Una volta che l'immagine è a fuoco, potete centrala meglio ed eventualmente aumentare la focale inserendo prima della webcam una lente di barlow o un oculare. Il consiglio è di inserire una lente di barlow, naturalmente di ottima qualità, che non vi porrà

problemi su come collegarla alla camera planetaria, visto che essa stessa ha l'alloggiamento per gli oculari, quindi per il supporto della camera planetaria, al contrario dell'oculare che richiede un tubo di collegamento apposito.

Una volta scelta l'inquadratura e regolata la messa a fuoco, dovete impostare in modo più accurato alcuni parametri della camera di ripresa, tra i quali tempo di esposizione e guadagno.

Per fare questo dovete tenere d'occhio costantemente la luminosità dell'immagine, attraverso quello che si chiama istogramma. Se usate programmi di acquisizione concepiti per le riprese astronomiche, tra i quali vale la pena citare K3CCD tools per tutte le webcam, oppure ICcapture per le camere della Imaging Source, Firecapture per le camere della Poing Grey, o Lucam Recorder per le camere prodotte dall'azienda Lumenera, avete una funzione che vi restituisce la luminosità dell'immagine in tempo reale.

La luminosità massima dell'oggetto che state riprendendo deve essere compresa tra il 70 e l'85% di quella massima consentita. Se utilizzate webcam o camere planetarie ad 8 bit, questo significa avere livelli di luminosità di circa 200-220 ADU (ADU = Analog to Digital Unit, unità di misura della luminosità di un'immagine digitale) su un totale di 255 ADU; se usate camere con una dinamica a 12 bit, come quelle prodotte da Point Grey e Lumenera, allora questo significa avere luminosità massime pari a circa 3000 ADU, su un totale di 4096 ADU. È importantissimo non arrivare al valore limite, perché si raggiungerebbe la cosiddetta saturazione, ovvero la perdita totale dei dettagli. È altrettanto importante non scendere verso valori bassi, a causa del degrado dell'immagine prodotto dal poco segnale.

Per raggiungere i giusti valori di luminosità si agisce quasi esclusivamente sul tempo di esposizione e sul guadagno. Il tempo di esposizione determina anche un limite superiore al framerate di acquisizione e incide sulla qualità delle singole immagini a causa della turbolenza atmosferica, maggiore quanto più lungo è il tempo di esposizione. Tempi di esposizione tipici sono intorno ad 1/30-1/60 di secondo. Tempi più lunghi producono immagini dalla qualità più scadente e costringono a riprendere pochi frame per secondo. Ad esempio, se esponiamo i singoli frame ad 1/15 di secondo, sarà impossibile riprendere con una frequenza maggiore di 15 immagini al secondo! Inoltre, l'immagine singola, pur essendo più pulita, sarà maggiormente rovinata dalla turbolenza, il cui effetto è doppio rispetto a un'immagine ottenuta con un tempo di 1/30 di secondo.

Per ottenere un tempo di almeno 1/30 di secondo si agisce sull'altra quantità, detta guadagno, che opera sull'amplificatore della camera, amplificando il segnale. Un guadagno alto produce quindi l'effetto di un'immagine più brillante, ma con la comparsa di rumore crescente, proprio perché viene amplificato tutto, sia il segnale che il rumore. Per questo motivo sarebbe bene non operare con guadagni troppo alti, a causa della perdita di qualità delle immagini. Trovare il giusto compromesso tra tempo di esposizione e guadagno, in modo da avere immagini con la giusta luminosità, poco rovinate dalla turbolenza e con il minor rumore possibile, rappresenta una delle difficoltà principali nella ripresa dei corpi del Sistema Solare.

Il raggiungimento del miglior compromesso determina la differenza tra un'immagine buona e una eccellente. Solo l'esperienza potrà consigliarvi la ricetta migliore.

Una volta scelti i giusti parametri di ripresa, si controlla di

nuovo la messa a fuoco, che deve essere precisissima, e si passa all'acquisizione di un filmato di circa un paio di minuti. Coloro che utilizzano webcam non potranno acquisire a velocità maggiori di 10 frame al secondo, perché le singole immagini si degradano aumentando la velocità. Andare a una velocità di 10 fps non significa usare un tempo di esposizione analogo. Esso non può essere più lungo, ma può essere più breve, anzi, per i discorsi fatti in merito alla turbolenza, è meglio usare un tempo di esposizione intorno ad 1/30 di secondo, anche se si riprende a frame rate più bassi.

I possessori di camere planetarie, invece, non devono preoccuparsi di ciò e possono regolare il framerate maggiore possibile compatibilmente con la scelta del tempo di esposizione.

L'importanza del raccogliere il maggior numero di immagini al secondo deriva dal fatto che tutti i pianeti, compresa la Luna, ruotano su se stessi; se si riprende un filmato per troppo tempo otterremo dei dettagli mossi. Le condizioni di alta risoluzione alle quali ogni astroimager planetario ambisce, fanno si che le finestre temporali siano davvero esigue in certi casi. Mercurio e Venere possono essere ripresi anche per 15 minuti, Marte, quando vicino alla Terra, per circa 6-7 minuti. Giove invece ruota così velocemente su se stesso, che il tempo massimo per l'acquisizione di un filmato è di circa 120 secondi. Un po' meglio per Saturno, attorno ai 4-5 minuti. Riprendere un filmato oltre questi tempi significa avere un'immagine finale in cui si nota la rotazione planetaria, con uno spiacevole effetto di strisciata e la perdita di dettagli fini.

Visto che per ottenere ottime immagini RAW da elaborare servono almeno 500 ottimi frame, e che, a causa della turbolenza atmosferica, in ogni video le immagini utilizzabili spesso sono

attorno al 30-40%, ne consegue che si devono raccogliere filmati da almeno 1500 frame. Per i pianeti che ruotano velocemente, come Giove, è necessario quindi avere un buon frame rate per raggiungere l'obiettivo.

Il valore di 1500 immagini è poi relativo e rappresenta un limite inferiore. La regola infatti è la seguente: più frame raccolgo, migliore sarà la qualità dell'immagine finale. Personalmente ho imparato a sfruttare sempre al massimo le finestre temporali. Se su Venere, ad esempio, si hanno a disposizione 15 minuti, sfrutto tutto questo tempo, magari riprendendo diversi filmati della durata di 5 minuti ciascuno, che poi elaboro insieme, per ottenere un'immagine finale formata anche da oltre 10000 frame. Non c'è alcun motivo per raccogliere meno immagini di quelle imposte dai tempi di rotazione.

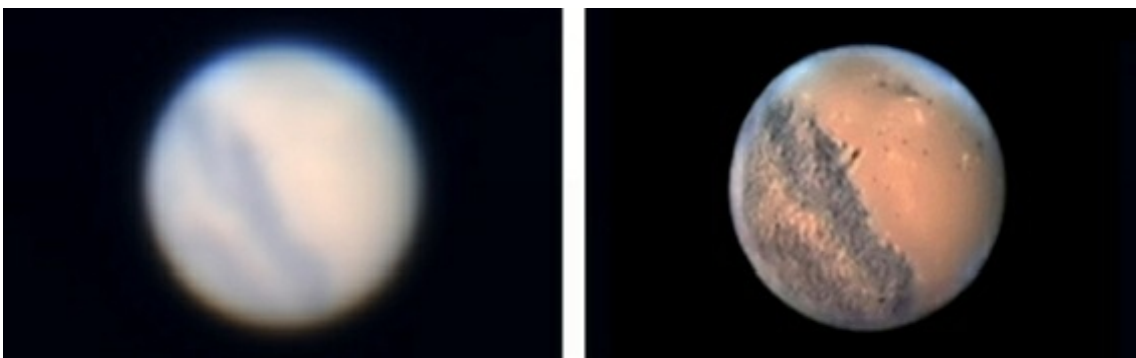
La fase di selezione delle migliori immagini, allineamento e somma, è gestita da programmi diversi rispetto a quelli usati per l'acquisizione. Attualmente il miglior programma per il cosiddetto stacking è Registax, liberamente scaricabile da internet. Un altro programma, che personalmente trovo utile nella fase di elaborazione (processing) è Iris, anche esso gratuito. Questi due software sono indispensabili per l'astroimager planetario.

La fase di elaborazione è importantissima, perché se opportunamente applicata consente di estrapolare tutto il segnale catturato durante l'acquisizione dei video. L'elaborazione non altera in alcun modo l'informazione ripresa, non si tratta quindi (o non dovrebbe trattarsi!) di un lavoro di fotoritocco, ma di un'operazione alla cui base c'è l'oggettività e alcuni principi scientifici.

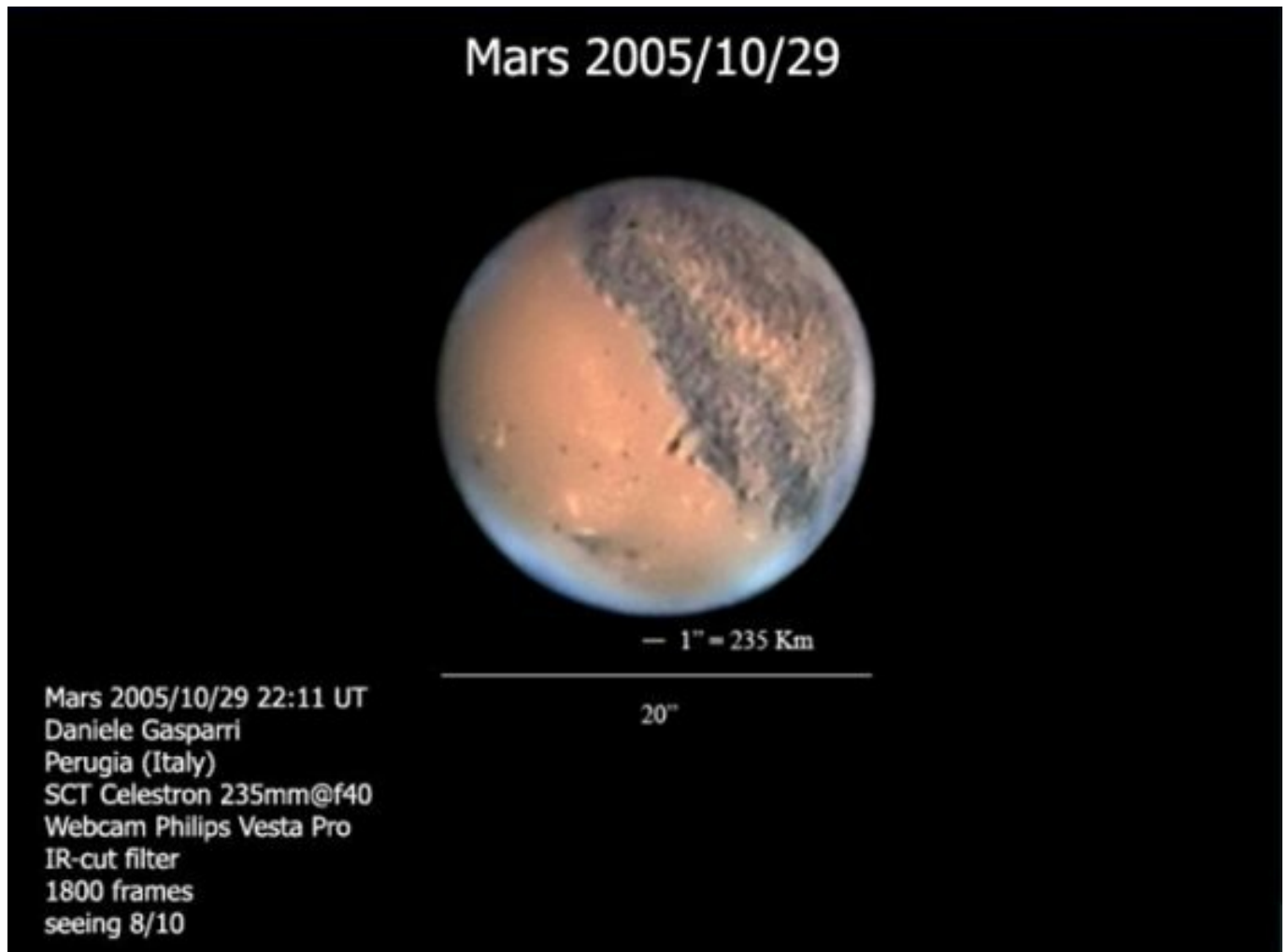
In effetti, sebbene l'astronomia amatoriale sia una passione,

un hobby da coltivare, si tratta pur sempre di scienza. Quando osservate un fenomeno, o meglio, quando riprendete un certo dettaglio, esso deve essere confermato da altre osservazioni o immagini.

Nella fotografia digitale vale un principio simile: i risultati di un'immagine devono essere compatibili con lo strumento utilizzato e con la turbolenza atmosferica, e soprattutto devono poter essere ottenuti da tutti. In astronomia, ma in tutte le discipline scientifiche, la bravura dello scienziato non sta nell'ottenere risultati unici, ma nell'arrivare a quel risultato prima degli altri. Se qualcosa resta unico e non riproducibile, perde semplicemente di ogni significato.

Se l'immagine ripresa è di ottima qualità, l'elaborazione è molto semplice; basta applicare le cosiddette maschere di contrasto o filtri wavelet, con i soliti programmi (Iris, Registax) e vedere emergere tutti i minuti dettagli ripresi. Se l'immagine di partenza non è buona, nessuna elaborazione può far emergere dettagli che non sono semplicemente stati ripresi.

A sinistra, immagine grezza di Marte ottenuta sommando i migliori 1700 frame di un filmato. A destra, una corretta elaborazione a base di filtri wavelet. L'elaborazione estrapola solamente il segnale raccolto in fase di ripresa.

I risultati ottenibili con un'adeguata tecnica sono a dir poco

strabilianti, paragonabili a quelli raggiungibili con i più grandi strumenti al mondo, visto che oltre un certo limite la turbolenza atmosferica livella le prestazioni. Strumenti dal diametro di almeno 200 mm sono perfetti per queste applicazioni, restituendo risultati estremamente utili anche per seri studi di carattere scientifico.

Marte e Giove con un telescopio da 23 centimetri con la tecnica della cattura di video da parte di webcam o videocamere specializzate. I risultati sono davvero spettacolari quanto a numero di dettagli, contrasto e risoluzione.

Ricerca amatoriale

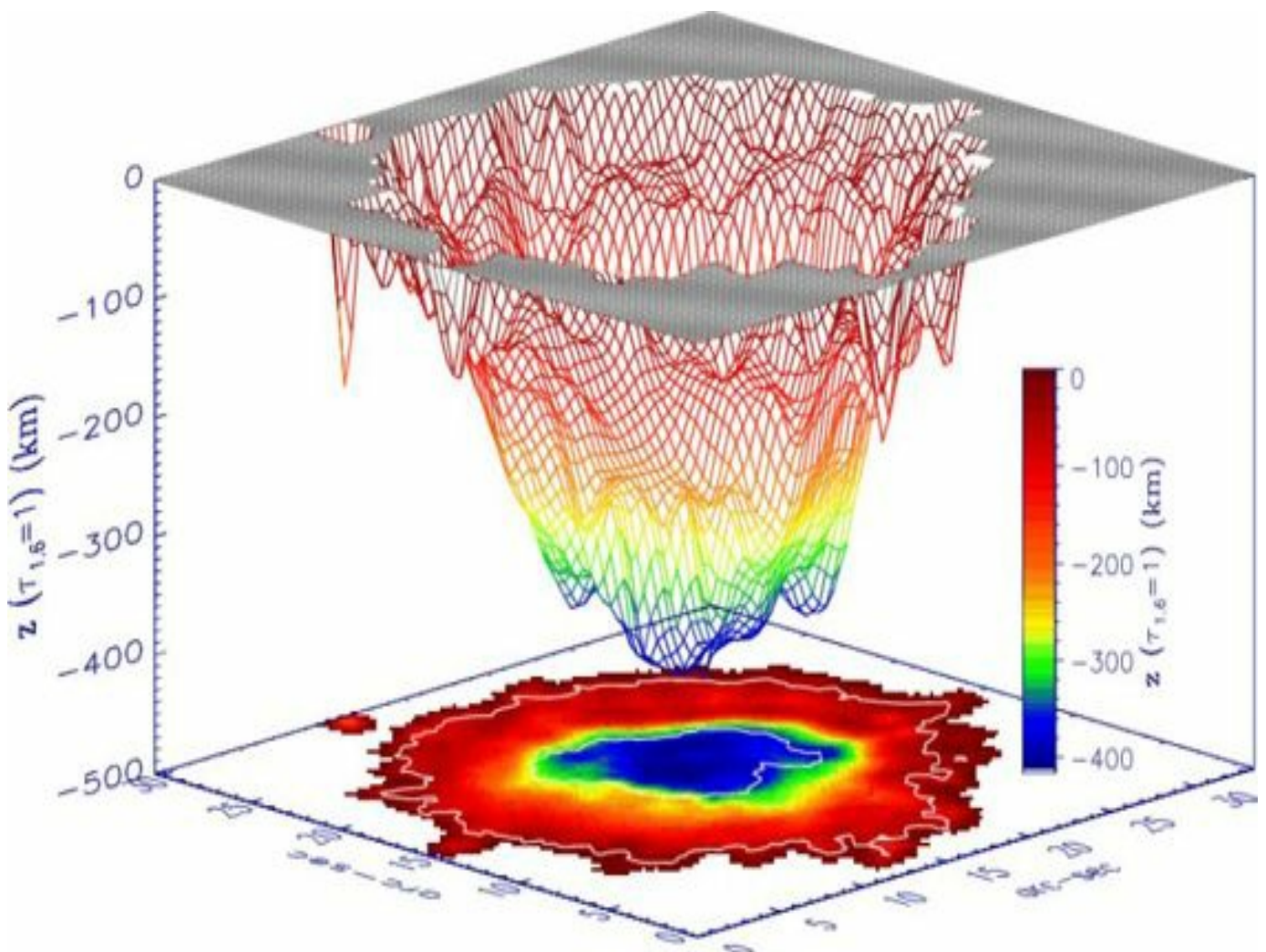
Alcune parti di questa sezione sono tratte dal libro "Astrofisica per tutti: scoprire l'Universo con il proprio telescopio".

Se siete ormai degli astrofotografi del cielo con una certa

esperienza e molta voglia di portare al limite la vostra strumentazione, magari affrontando qualche divertente ed emozionante progetto di ricerca, questa è la sezione che fa per voi. Qui, proprio come degli astronomi professionisti, partiremo alla scoperta di tutto quello che il nostro telescopio amatoriale, accoppiato ai moderni dispositivi di ripresa digitale, è in grado di regalarci oltre al mero imaging estetico. Sapete, ad esempio, che moltissime stelle variabili oltre la magnitudine 10 non sono ancora state scoperte? O che è possibile osservare la traccia di un pianeta extrasolare distante centinaia di anni luce mentre attraversa il disco della propria stella? Senza contare poi la possibilità di scoprire asteroidi, comete, supernovae, fenomeni particolari nelle atmosfere dei pianeti.

Insomma, qui, con pazienza, determinazione e curiosità si va in prima persona alla scoperta dell'Universo.

Determinare la temperatura delle macchie solari

L'imaging del Sole, con un opportuno filtro solare, può essere esteticamente molto appagante e costituire allo stesso tempo un ottimo ambiente per mettere alla prova i nostri telescopi e la nostra curiosità, a partire dallo studio delle macchie solari, dal quale possiamo ricavare facilmente la temperatura e la forma. Il monitoraggio dell'attività solare con appositi telescopi solari centrati sulla lunghezza d'onda H-alpha o in altissima risoluzione in luce bianca, può essere molto utile per la comunità scientifica, ancora alla ricerca di molte risposte sull'attività solare.

Modello tridimensionale di una tipica macchia solare, ricostruito a partire da osservazioni condotte al telescopio.

Qualche nozione teorica

Il Sole è l'unica stella che possiamo studiare da vicino.

Le macchie solari sono zone nella fotosfera (la "superficie" del Sole) che a causa dei forti campi magnetici locali si trovano a temperature minori rispetto all'ambiente circostante, anche di oltre 1000 K.

Una tipica macchia solare è costituita da una zona di ombra centrale ed una di penombra periferica.

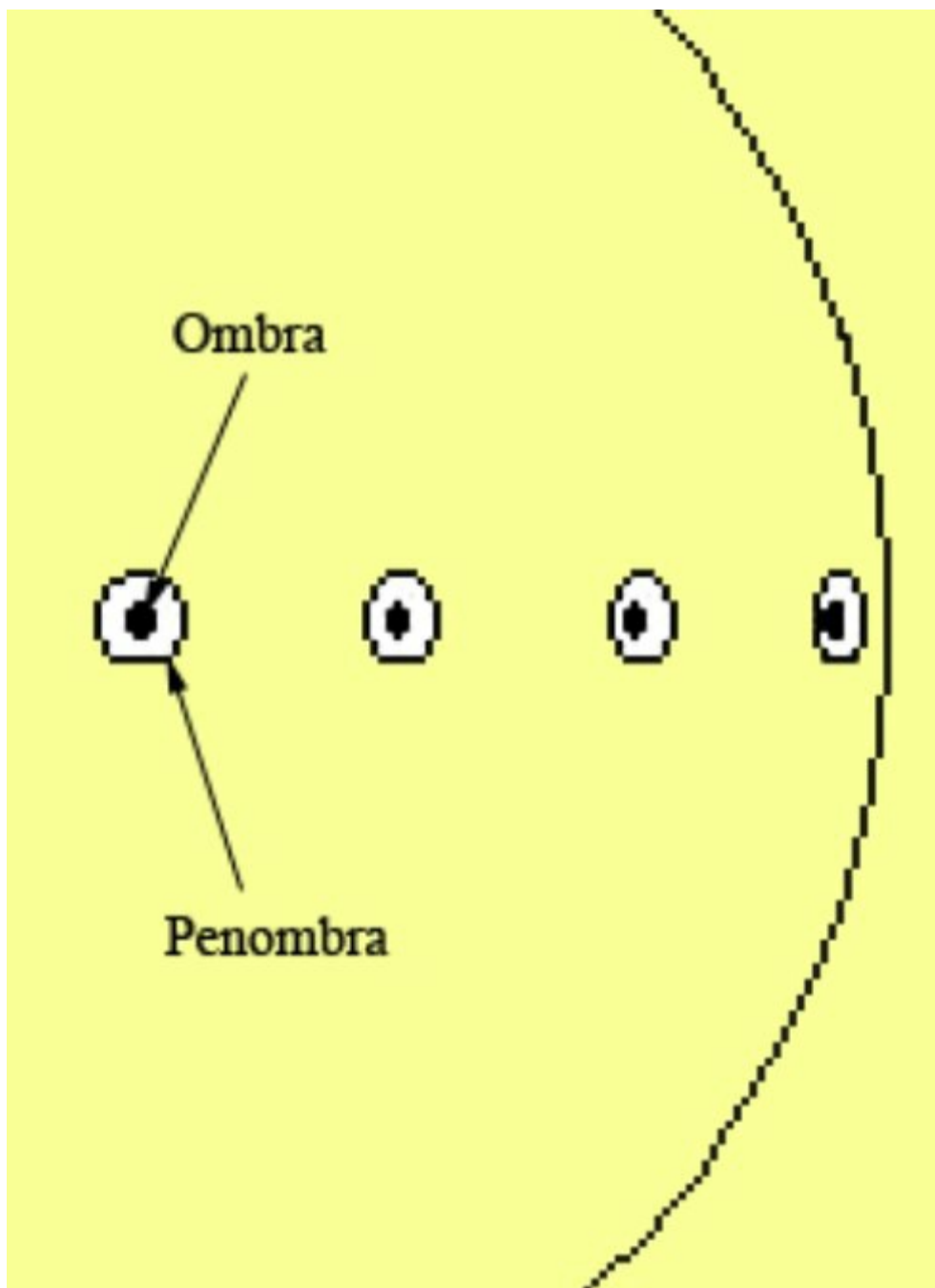
Ma qualcuno si è mai chiesto com'è fatta fisicamente una macchia solare? Come si presenta la zona di fotosfera all'interdo di queste zone scure? Un astronomo del XVII secolo, un certo Wilson, era riuscito a comprendere qualcosa di davvero sorprendente. Le macchie solari non sono altro che delle enormi depressioni nella fotosfera solare, che sprofondano anche di diverse centinaia di chilometri al di sotto del livello medio. Come fece Wilson a capire tutto questo?

L'astronomo scozzese riuscì a misurare la differenza tra le posizioni relative di ombra e penombra a seconda della posizione della macchia sul disco solare.

Il cambiamento delle posizioni reciproche è da imputare ad un effetto prospettico dovuto al fatto che la zona d'ombra si trova a profondità maggiori rispetto alla fotosfera solare e alla penombra (vedere figura a lato): un banale effetto di parallasse che ci fa sembrare, ad esempio, la lancetta della benzina della nostra auto molto più in alto di quanto non lo sia in realtà se osservata da una certa angolazione piuttosto che di fronte.

In linea teorica, quindi, osservando una macchia solare di fronte, quindi quando si trova al centro del disco, e quando invece è nei pressi del bordo solare, si è in grado di misurare lo

spostamento del centro dell'ombra rispetto alla penombra, e risalire alla profondità della macchia solare. Se le misurazioni sono accurate, si potrebbe addirittura costruire un modello tridimensionale come quello della pagina precedente.

Nella realtà questo calcolo è difficile da effettuare con precisione per la strumentazione amatoriale, poiché spesso le macchie variano notevolmente di forma e dimensioni nel lungo periodo di tempo richiesto per notare lo spostamento dell'ombra (circa una settimana), ma sarei felice di essere smentito da qualche appassionato osservatore del Sole (mi raccomando, usare sempre un filtro solare sicuro!).

Quando una macchia solare si sposta dal centro verso il bordo (e viceversa) la posizione reciproca dell'ombra rispetto alla penombra varia. Questo è indice che la zona di ombra si trova a profondità maggiori.

Quali altri fenomeni è possibile osservare sul Sole?

Oltre all'ombra e penombra, in una tipica macchia solare troviamo ad esempio i ponti di luce, zone luminose che congiungono due regioni di ombra, probabilmente generate dalla particolare configurazione degli intensi campi magnetici.

I pori sono piccole macchie solari di dimensioni poco maggiori della granulazione, privi della parte in penombra, che

spesso accompagnano le macchie di maggiori dimensioni, le quali a loro volta compaiono in gruppi di almeno due componenti di dimensioni paragonabili.

La fisica dietro questi strani fenomeni del nostro Sole non è ancora stata capita fino in fondo, ma c'è la sicurezza che i responsabili siano i campi magnetici locali.

Nonostante ci appaiano estremamente scure, anche le macchie emettono radiazione, che si approssima molto bene con l'andamento di corpo nero per quella determinata temperatura.

Se siamo in grado di misurare il flusso di radiazione proveniente dalla macchia, possiamo stimare la sua temperatura con buona precisione.

Una delle leggi del corpo nero ci dice che l'emissività, che altri non è che l'energia emessa ogni secondo da una superficie unitaria della stella, è proporzionale alla quarta potenza della temperatura: $f=\sigma T^4$. Questa relazione vale sia per la fotosfera che per le macchie. Manipolando un po' questa formula e considerando le emissioni della fotosfera e delle macchie solari, arriviamo ad una relazione che ci consente con relativa facilità di misurare la temperatura delle macchie:

$$T_m = T_f \left(ADU_m/ADU_f\right)^{1/4} .$$

La relazione è approssimata e non tiene conto della diffusione della luce solare da parte dell'atmosfera e dello strumento, dell'oscuramento del bordo solare, degli inevitabili difetti del sensore, soprattutto quelli delle webcam (non perfetta linearità, rumore…) e della lunghezza d'onda utilizzata; ciononostante la precisione è molto buona.

La granulazione è molto interessante ed è costituita da gigantesche sacche di gas, dal diametro tipico di 1000 km,

provenienti dalle zone sottostanti la fotosfera, nelle quali sono molto attivi i moti convettivi.

Il granulo di gas si scalda e diventa, quindi, più leggero dell'ambiente circostante. In questo modo inizia una salita che lo porta fino alla fotosfera. Dopo pochi minuti cede parte del suo calore e sotto la spinta di altre sacche di gas si dissolve.

Un singolo granulo ha una vita massima di circa 20 minuti. Seguire l'evoluzione della granulazione solare può essere un lavoro molto interessante

In luce H-alpha vengono messi in mostra altri dettagli impossibili da notare in luce bianca, come le protuberanze, i filamenti e la cromosfera, un sottile strato atmosferico superiore alla fotosfera.

Alle lunghezze d'onda del calcio ionizzato (righe H e/o K a 393 e 396 nm) si rendono visibili regioni granulari nella cromosfera, il cosiddetto chromospheric network.

Riprese prolungate, per settimane o mesi, consentono di monitorare dal punto di vista statistico il numero e la dinamica delle macchie e l'eventuale comparsa di brillamenti, zone che a causa dei forti campi magnetici sono soggette a violentissime esplosioni.

La presenza di dettagli quali le macchie e le protuberanze è strettamente correlata al cosiddetto ciclo solare, un periodo di tempo di 11 anni nel quale il Sole alterna una fase più burrascosa, caratterizzata da grandi gruppi di macchie visibili anche ad occhio nudo, ad una assolutamente calma, priva di dettagli.

Risultati ottenibili

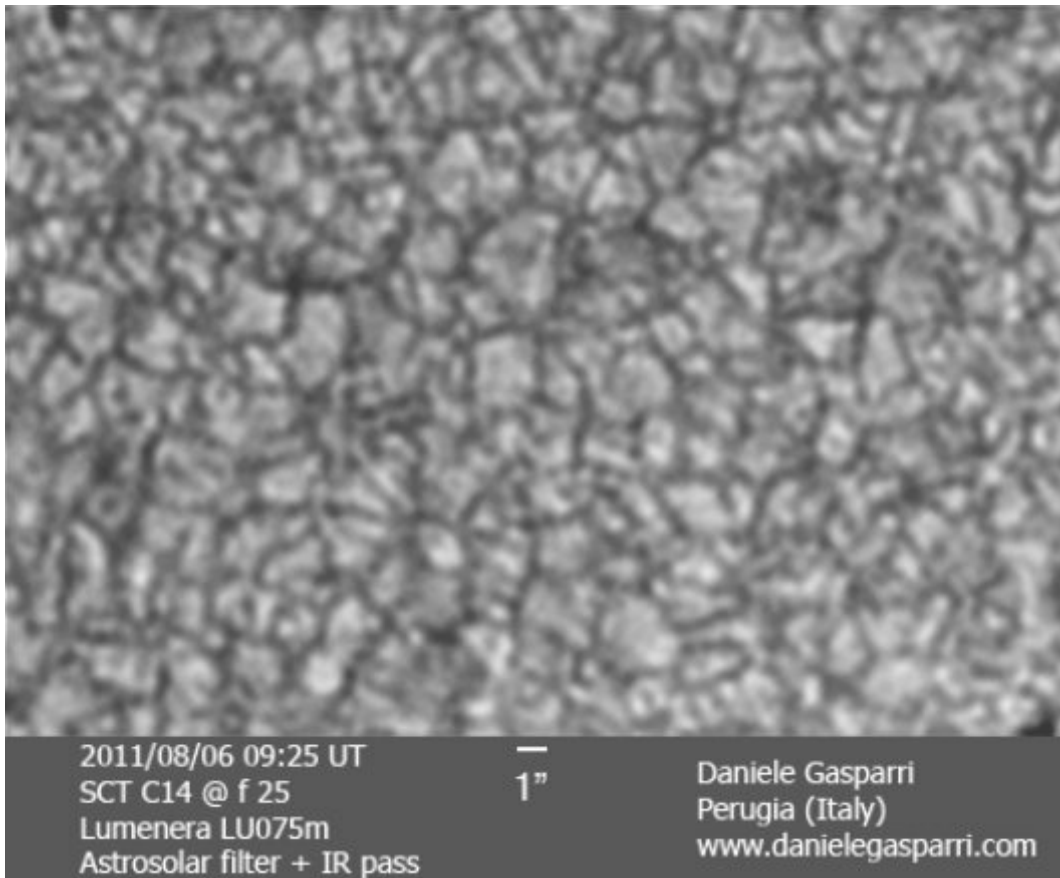
Qualsiasi telescopio provvisto di un normale filtro solare è in grado di misurare la temperatura delle macchie solari. Nonostante le approssimazioni fatte per ricavare la semplice formula, la precisione nella misura può arrivare fino all'1% per macchie di generose dimensioni prossime al centro del disco (e poca turbolenza, ovvero ottimo seeing).

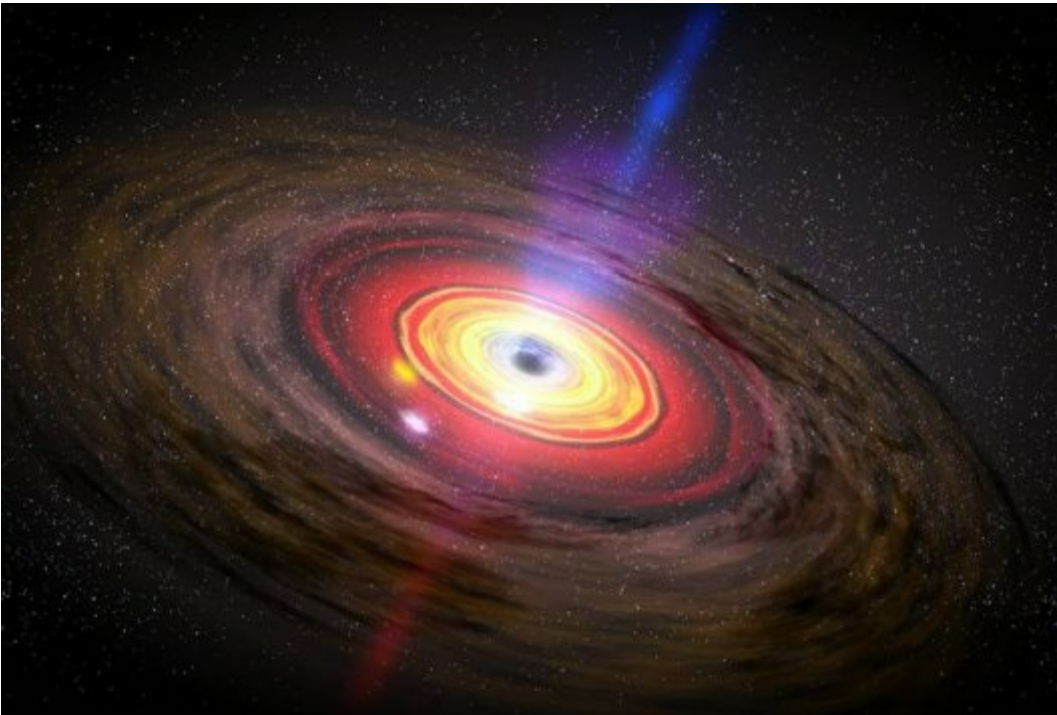
Le moderne tecniche di ripresa ed elaborazione consentono di raggiungere il limite di diffrazione di qualsiasi buon telescopio, proprio come nell'imaging planetario e di sconfiggere la tanto temuta turbolenza atmosferica diurna. Tutto il necessario è costituito da un filtro solare dalla buona qualità ottica: per ora solo la pellicola Astrosolar, prodotta dall'azienda tedesca, Baader Planetarium soddisfa questi criteri. Se l'alta risoluzione in luce bianca è il vostro obiettivo, acquistate un foglio di densità fotografica, perfetto per le riprese; ma attenzione: l'osservazione visuale richiede filtri aggiuntivi da avvitare all'oculare per attenuare ulteriormente la luce solare.

Sono pochi i telescopi professionali che riescono ad ottenere risoluzioni dell'ordine di 0,5" sul Sole e nessuno di questi può seguirne l'evoluzione per un tempo prolungato. Le vostre immagini, quindi, rappresentano una fonte molto importante di dati scientifici.

I risultati migliori, in termini di risoluzione e dati scientifici, si ottengono proprio in luce bianca, un campo in passato trascurato dagli amatori perché povero di dettagli e contrasti.

Con l'avvento del digitale, il vento è decisamente cambiato, al punto che diventa possibile riprendere nel corso delle ore una macchia solare e la relativa granulazione per costruire

un’animazione che ne mostri le modificazioni, proprio come visto spesso in internet. Oltre al lato emozionale, queste rappresentano informazioni preziosissime per gli astronomi.

Le riprese in luce bianca in alta risoluzione, come questa, rivaleggiano con i grandi telescopi solari e consentono di ottenere preziose informazioni sulla dinamica della fotosfera solare.

Astrofisica

Alcuni degli articoli che vedremo sono estratti dal mio libro: "Nella mente dell'Universo"

Questa sezione, suddivisa in due rubriche, l'una un po' più tecnica, l'altra più semplice, rappresenta il cuore di questi volumi e ci proietta verso i grandi temi dell'astronomia teorica. Pianeti, stelle, galassie, buchi neri, quasar, nebulose, ammassi stellari, materia oscura, destino dell'Universo… Affronteremo insieme, mese dopo mese, un viaggio dal piccolo al grande, dal semplice al complesso, attraverso la struttura dell'Universo e le proprietà dei suoi strani abitanti. Per quanto possibile eviterò formule e concetti di difficile comprensione, rendendo l'articolo principale accessibile a tutti. La seconda parte, decisamente più rilassante, è a completa disposizione per tutte le domande sul Cosmo che la vostra mente riesce a concepire.

Le variabili pulsanti

Nei volumi precedenti abbiamo dedotto alcune proprietà delle stelle a partire dall'analisi di determinati diagrammi e del loro moto nel cielo.

Abbiamo scoperto con sorpresa che il cielo cambia continuamente e che tutte le stelle dell'Universo obbediscono a delle semplici regole che la Natura ha stabilito per loro.

In queste pagine introduciamo una nuova classe di stelle, le variabili pulsanti, vedendone brevemente le proprietà, a volte davvero peculiari.

Prima di addentrarci nella nostra analisi, analizziamo il termine "variabile pulsante" per avere l'ennesima sorpresa.

Se avete infatti pensato alle stelle come dei giganteschi oggetti sferici dalla forma fissata e definita, purtroppo vi sbagliate e neanche di poco.

Le variabili pulsanti sono stelle che cambiano in modo periodico la luminosità in conseguenza di variazioni importanti della loro struttura.

La fase di pulsazione riguarda quasi tutte le stelle che a seguito della loro età abbandonano la sequenza principale e si trasferiscono nella striscia di instabilità o nel ramo delle giganti. Il loro studio è fondamentale anche per determinare con precisione le distanze dell'Universo, poiché molte di esse possono essere usate come candele standard (e tra poco vedremo cosa significa).

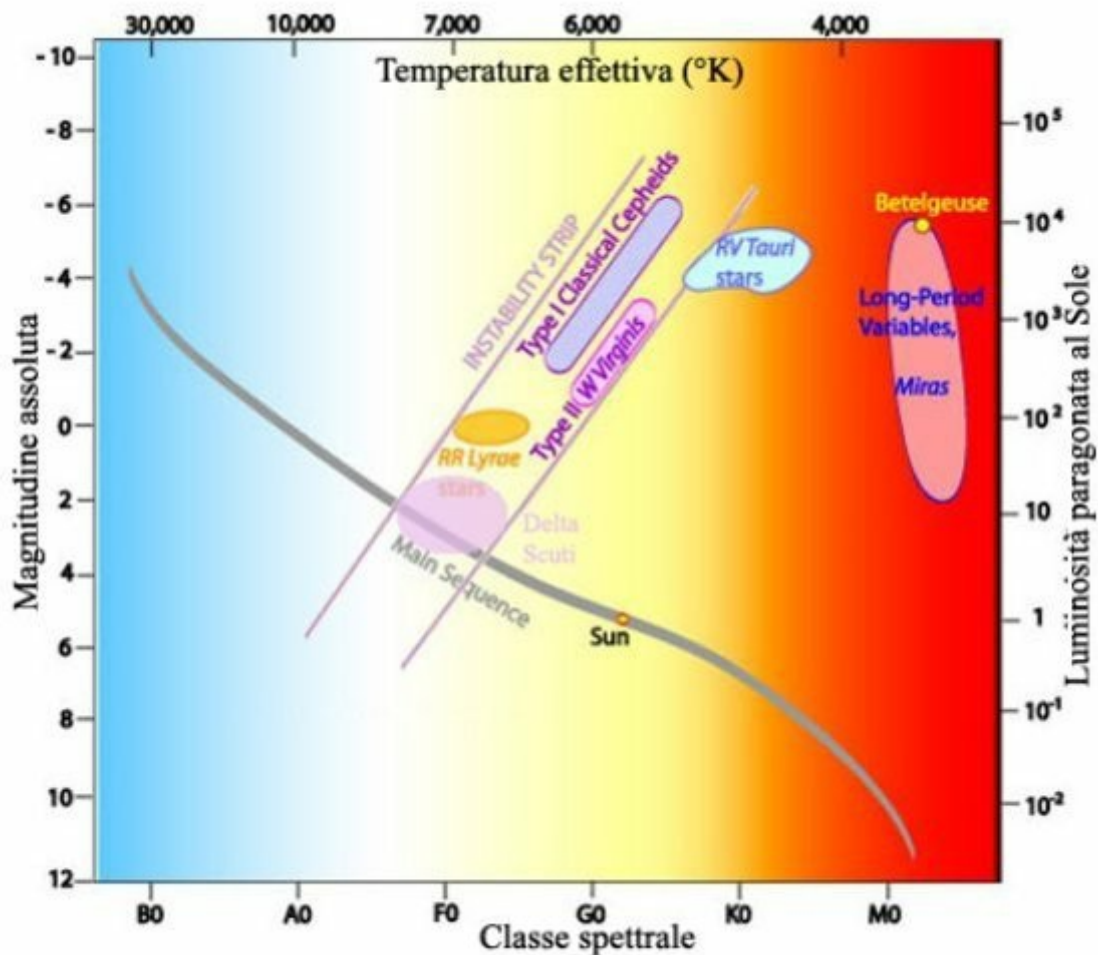
Si tratta sempre, a prescindere dai tipi, di stelle che variano la loro luminosità a causa di pulsazioni dei loro strati superficiali,

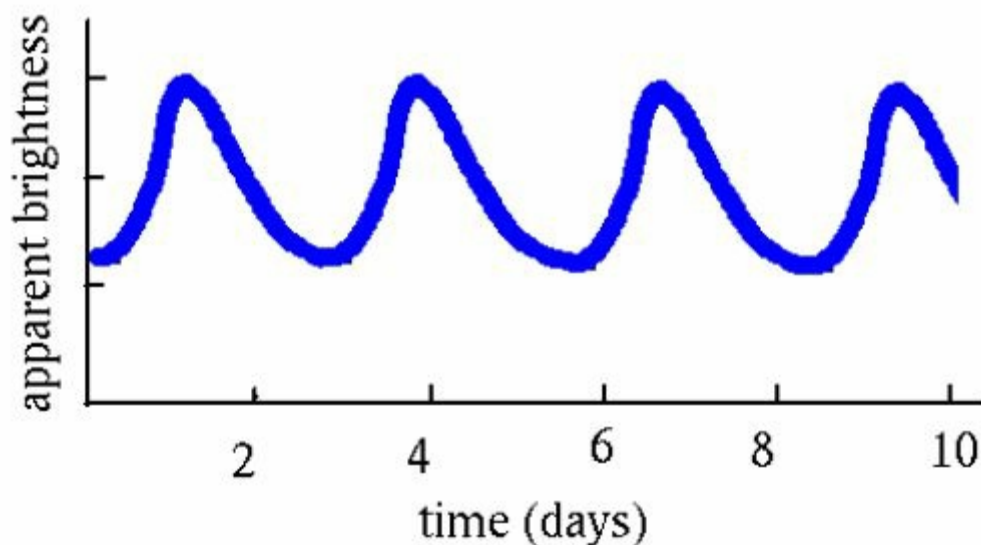
variando quindi le loro dimensioni a intervalli generalmente regolari (ma non sempre).

Le pulsazioni possono essere radiali, quindi avere simmetria sferica simile all'espansione di un palloncino, oppure non radiali, espandendosi (o contraendosi) in modo asimmetrico: la forma stellare non avrà più una simmetria sferica (come invece si è portati sempre ad assumere a priori) e risulterà allungata e/o deformata.

I vari tipi si differenziano per:

- Regolarità o meno del periodo;
- Durata del periodo di pulsazione;
- Masse delle stelle;
- Età e quindi stato evolutivo;
- Tipologie di pulsazioni (radiali o non).

Analizziamone alcuni tipi, con le relative proprietà e curve di luce.

Posizione delle variabili pulsanti nel diagramma HR. Quasi ogni variabile di questo tipo (tranne le Mira e le irregolari) si trova nella cosiddetta striscia di instabilità, una zona di transizione tra la sequenza principale e l'inevitabile morte della stella. Ogni variabile pulsante (tranne le giovani stelle pre-sequenza principale) è una stella che ha ormai esaurito il combustibile principale, l'idrogeno, è sta per terminare la sua vita.

Cefeidi

Tipico andamento di una variabile Cefeide, classe importantissima per la determinazione delle distanze galattiche e cosmologiche. Il periodo di pulsazione è funzione della luminosità assoluta. In realtà esistono due tipi di Cefeidi, che differiscono per il contenuto di metalli (diversa popolazione stellare).

Sono le variabili pulsanti più importanti, quelle che hanno permesso di allargare a dismisura i confini dell'Universo conosciuto alla fine degli anni venti del ventesimo secolo.

Le variabili Cefeidi sono stelle evolute con massa compresa tra 3 e 20 volte quella del nostro Sole e luminosità tra 300 e 40.000 volte maggiore.

Sono stelle che hanno appena lasciato la sequenza principale, trovandosi in una regione del diagramma HR detta striscia di instabilità. Nel loro nucleo, dove avvengono le reazioni nucleari, l'idrogeno, che è stato il combustibile per centinaia di milioni di anni, è ormai quasi esaurito e si sta innescando la combustione dell'elio che le porterà alla successiva fase di giganti rosse.

Si tratta di stelle pulsanti (radialmente) che variano forma,

quindi anche temperatura, colore e luminosità, da un minimo di 1 decimo di magnitudine fino a 2 magnitudini, in un periodo compreso tra 1 e 100 giorni.

La loro classe spettrale al massimo della luminosità è F, mentre al minimo possono arrivare sino alla G-K; un "salto" di temperatura di oltre 1000 K. Il motivo delle pulsazioni regolari è da ricercare nel gigantesco inviluppo gassoso che circonda le regioni nucleari nelle quali avviene la produzione di energia. In parole semplici, quando la stella è contratta, l'inviluppo diventa piuttosto opaco alla radiazione prodotta al suo interno. L'accumulo di energia riscalda il gas che si ionizza ed espande, diventando trasparente: i fotoni riescono a scappare, e il gas comincia a raffreddarsi, anche a causa dell'espansione. La pressione a questo punto diminuisce e la stella si contrae di nuovo a causa della forza di gravità, ricominciando il ciclo fino a quando, dopo qualche milione di anni, uscirà da questa fase instabile, cessando di essere una Cefeide.

Quando la stella è compressa, è più calda e più luminosa; quando invece si espande diventa più fredda, meno luminosa e di un colore tendente al rosso.

Nel 1912 Henrietta Leavitt, studiando questo tipo di stelle nella grande Nube di Magellano, scoprì che il periodo di pulsazione è direttamente legato alla luminosità assoluta della stella: maggiore è il periodo, maggiore è la luminosità.

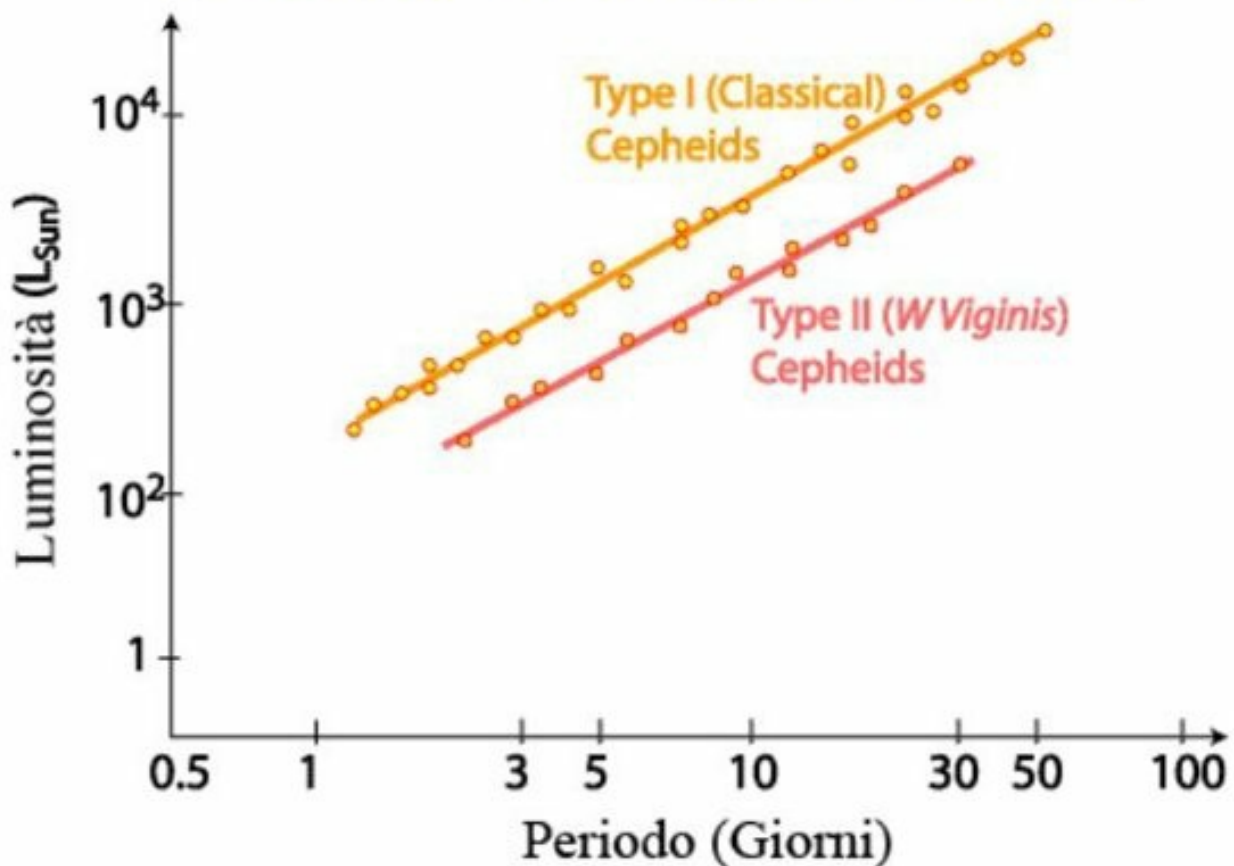
Misurando quindi il periodo di pulsazione delle Cefeidi possiamo ricavare direttamente la magnitudine assoluta, e dalla conoscenza di quella apparente direttamente la distanza.

Il metodo funziona piuttosto bene, ma ci sono dei problemi, uno di natura osservativa, l'altro fisica.

Innanzitutto esso va tarato, meglio, calibrato. Questo implica

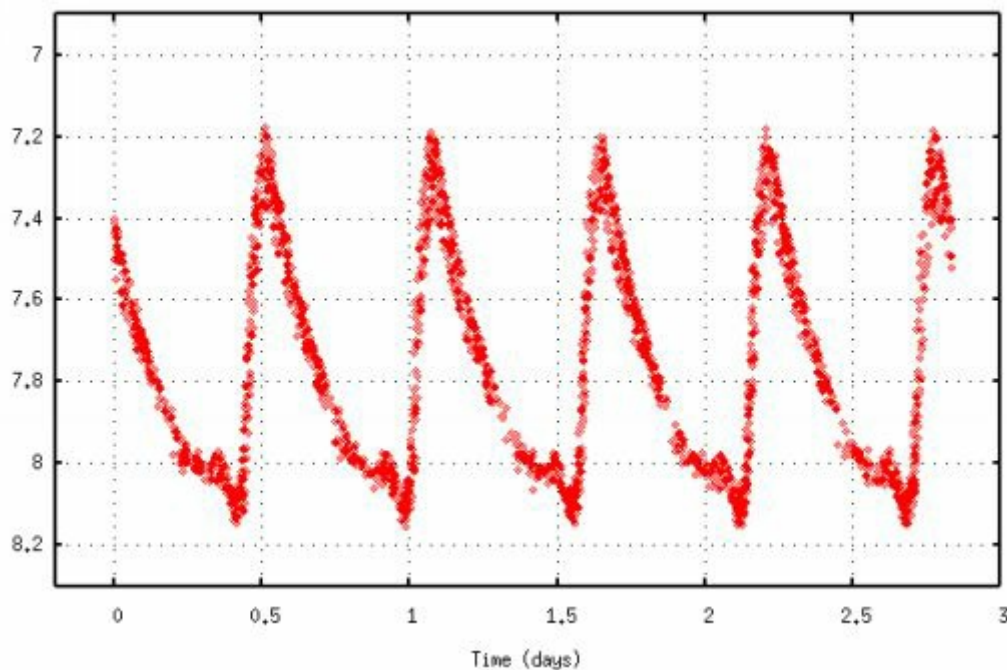
che dobbiamo conoscere la distanza di alcune variabili attraverso altri metodi, altrimenti non potremmo mai conoscere la loro luminosità assoluta (nelle prossime pagine vedremo meglio il procedimento di calibrazione e non solo per le variabili Cefeidi).

Uno dei maggiori problemi che in passato ha falsato, e non di poco, la calibrazione delle distanze è dovuto all'esistenza di due diverse classi di Cefeidi, facenti capo a due differenti popolazioni stellari.

La prima classe, più giovane e ricca di metalli, (popolazione I), alla quale appartengono le Cefeidi classiche (Tipo I) il cui prototipo è la stella delta della costellazione del Cefeo. A questo gruppo appartengono anche altre stelle "blasonate", tra cui la Polare. Il secondo gruppo è invece costituito da stelle vecchie, quindi povere di metalli, come se ne trovano in abbondanza negli ammassi globulari e nell'alone galattico, il cui prototipo è una stella nella costellazione della Vergine, chiamata W Virginis. Sebbene il meccanismo di pulsazione sia del tutto simile, la diversa abbondanza di elementi pesanti (metalli) provoca una lieve differenza nella relazione periodo-luminosità.

Relazione periodo-luminosità per i due tipi di variabili Cefeidi. Quelle di tipo II sono più vecchie e appartengono alla popolazione II. Quelle di tipo I appartengono alla classe delle giovani (relativamente) componenti di popolazione I.

Si pensa che tutte le stelle con massa superiore alle 3 volte quella solare passino attraverso questo stadio nelle fasi finali della loro vita. Questa fase è transitoria e relativamente breve (qualche decina di milioni di anni), tanto che non è facile trovare variabili di questo tipo; fortunatamente abbiamo a disposizione un gran numero di stelle tra cui scegliere. Negli ammassi globulari, ad esempio, se ne trovano in generale qualche decina (tra le centinaia di migliaia totali).

Fortunatamente tutte le Cefeidi sono piuttosto luminose e questo consente loro di essere rilevabili anche nelle galassie a noi più vicine (entro un centinaio di milioni di anni luce).

RR-Lyrae

Curva di luce tipica di una variabile di tipo RR-Lyrae. L'andamento è meno simmetrico rispetto alle Cefeidi, con un aumento di luminosità piuttosto rapido, seguito da una discesa lenta. Il processo fisico alla base delle pulsazioni è lo stesso. Le differenze sono da imputare alle diverse masse tra questi due tipi di stelle pulsanti.

Le variabili di tipo RR-Lyrae sono stelle pulsanti (radialmente) simili alle Cefeidi, ma profondamente diverse in massa, luminosità e stadio evolutivo.

Questa classe di stelle, il cui prototipo è la stella RR nella costellazione della Lyra, hanno generalmente masse simili o di poco inferiori al Sole e si trovano in una regione, nel diagramma HR, detta braccio orizzontale, all'interno della striscia di instabilità.

Si tratta di giganti bianche prossime alla fine della loro vita, dopo aver già attraversato la fase di giganti rosse. Nel loro nucleo il combustibile nucleare è l'elio, mentre l'idrogeno viene bruciato

in gusci superiori.

La loro età è sempre superiore a quella delle Cefeidi, poiché si tratta di stelle meno massicce che quindi vivono molto più a lungo, per questo motivo sono anche più abbondanti.

Appartengono sempre alla vecchia popolazione II e si trovano maggiormente concentrate nell'alone galattico e negli ammassi globulari; non a caso una vecchia classificazione le individuava come Cefeidi degli ammassi.

Il periodo di pulsazione è piuttosto breve e compreso tra qualche ora e 2 giorni, con oscillazioni comprese tra 0,3 e 2 magnitudini e luminosità circa 50 volte maggiori della nostra stella.

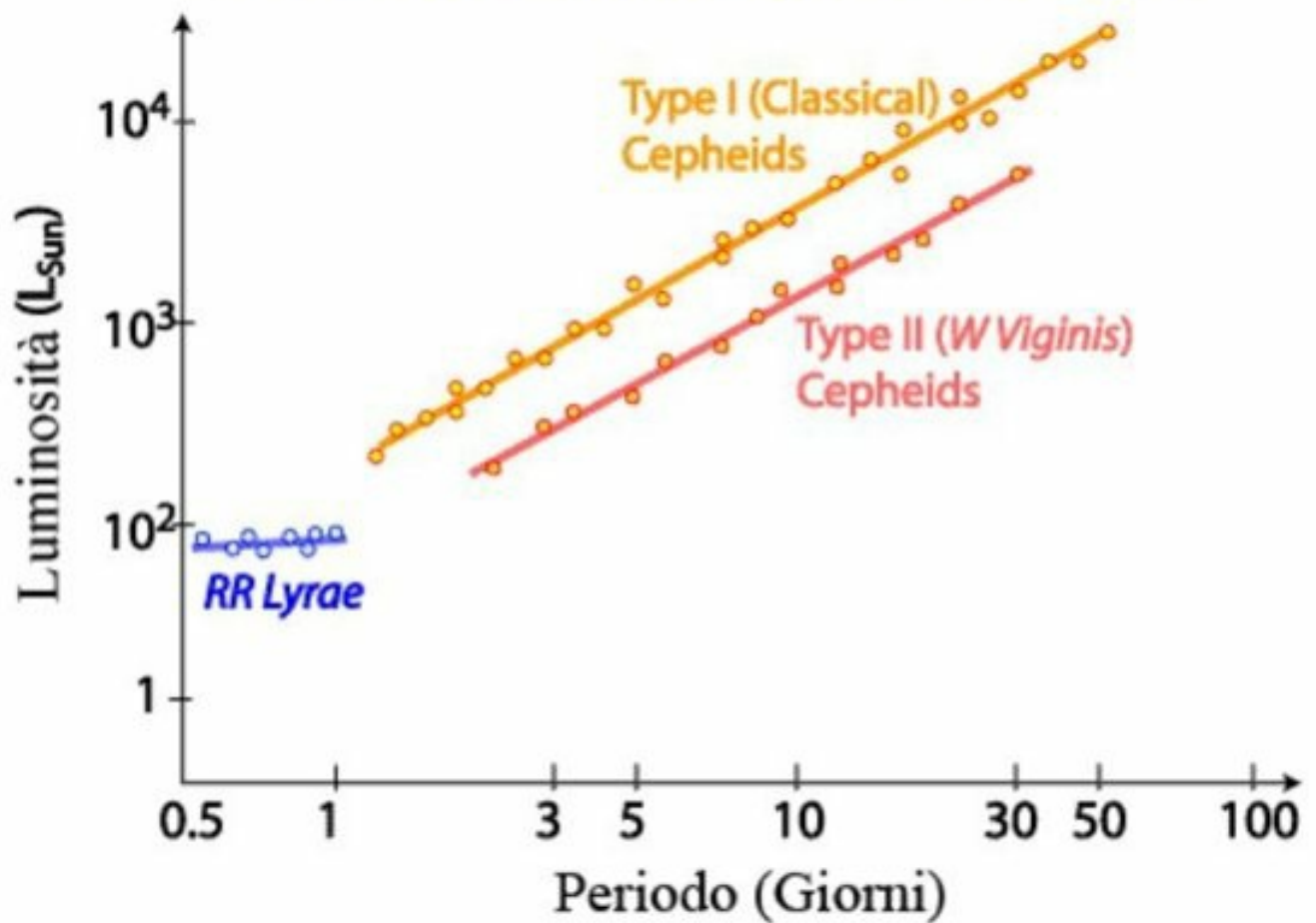
Studiando diverse curve di luce, si è capito che il meccanismo di pulsazione può avvenire in due modi diversi; l'uno (RRab), del tutto simile a quello delle Cefeidi produce curve di luce simmetriche e regolari, l'altro (RRc), genera curve di luce asimmetriche, caratterizzate da un rapido aumento della luminosità e da un calo più graduale.

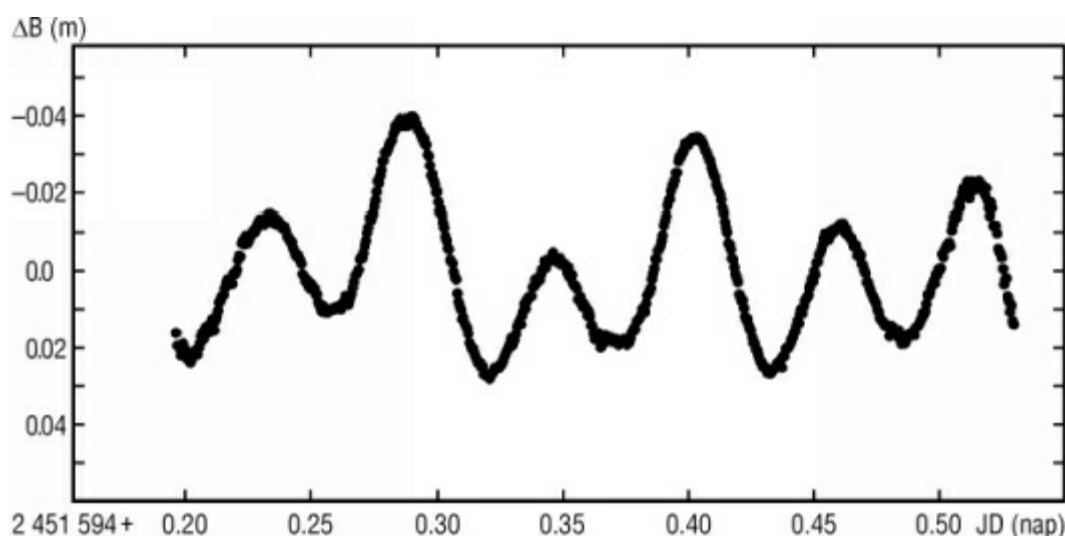
Anche le variabili RR-Lyrae possono essere utilizzate come candele standard.

Si è scoperto infatti che tutte le stelle di questo tipo possiedono circa la stessa luminosità assoluta, a prescindere dal colore e dalla loro temperatura; se ne ricava quindi una relazione molto più semplice di quella trovata per le Cefeidi.

Sfortunatamente sono stelle piuttosto deboli, soprattutto se paragonate alle Cefeidi, tanto che possono essere utilizzate solo per la stima delle distanze galattiche.

RELAZIONE PERIODO-LUMINOSITA'

Type I (Classical) Cepheids
Type II (W Viginis) Cepheids
RR Lyrae
Luminosità (L_{Sun})
Periodo (Giorni)

Relazione periodo-luminosità per le variabili RR-Lyrae. Tutte le stelle appartenenti a questa classe hanno all'incirca la stessa luminosità assoluta.

Delta Scuti

Curva tipica di una variabile di tipo Delta Scuti. Generalmente hanno periodi di qualche ora e ampiezze ridotte. Il meccanismo di pulsazione è lo stesso delle Cefeidi. Non a caso vengono anche definite cefeidi nane.

Altro tipo molto interessante di variabili pulsanti, spesso classificate anche come cefeidi nane per la forma di alcune curve di luce.

Le delta Scuti, dal nome della stella delta della costellazione dello Scutum, che ne rappresenta il prototipo, sono molto interessanti e presentano forti differenze con le Cefeidi e le RR-Lyrae.

Il loro posto nel diagramma HR si colloca nella linea di instabilità e interseca la sequenza principale. Questo significa che c'è una grande varietà di stelle che può appartenere a questa classe: stelle evolute, come le subgiganti, altre appena nate, dette pre-sequenza principale, e anche alcune di sequenza principale di classe spettrale tra la A2 ed F8.

Le masse sono comprese tra 1 e 2,5 masse solari e dipendono anche dal contenuto di metalli (le delta Scuti con minore

contenuto di metalli sono meno massicce, tra 1 e 2 masse solari, mentre quelle di popolazione I, con contenuto metallico simile al Sole, hanno masse comprese tra 1,5 e 2,5 masse solari).

Il periodo di pulsazione varia tra qualche decina di minuti fino a 10-12 ore. Una tipica stella di questo tipo presenta pulsazioni (a volte con più di un periodo) a intervalli di qualche ora, con oscillazioni comprese tra qualche centesimo e una magnitudine.

La particolarità delle delta Scuti è che possono avere pulsazioni sia radiali che non radiali; il loro studio può dare quindi molte informazioni sulla struttura interna (attraverso una tecnica chiamata astrosismologia) in modo analogo a come lo studio delle onde sismiche terrestri (i terremoti) ci da informazioni sulla struttura interna della Terra.

Spesso la loro curva di luce non è simmetrica, o altamente periodica, come tutte le altre stelle pulsanti finora viste: la combinazione di diversi modi di pulsazione, sia radiali che non, genera delle curve di luce con periodi multipli che si sovrappongono gli uni agli altri. La scoperta di queste variabili è quindi molto importante per conoscere a fondo la struttura e il comportamento stellare e non ultimo per stimare la loro distanza, poiché quelle più regolari e con oscillazioni maggiori possono essere utilizzate come candele standard.

Come le RR-Lyrae, anche le delta Scuti possono essere suddivise in diversi sottotipi, in base al contenuto di metalli e all'ampiezza delle oscillazioni.

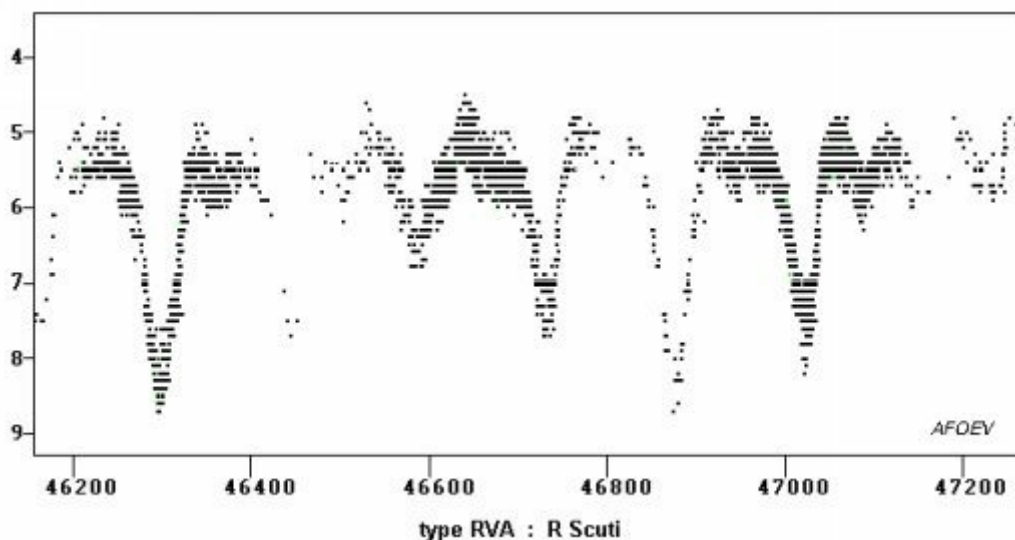
Il tipo con oscillazioni elevate (HADS) presenta variazioni superiori a 0,1 magnitudini, mentre il tipo con oscillazioni ridotte (LADS) ha variazioni anche di 1-2 centesimi di magnitudine. Sebbene il confine tra i due tipi non sia rigoroso, alla base della

classificazione ci sono elementi fisici. Le HADS sono più simili alle Cefeidi o RR-Lyrae, hanno generalmente un solo modo di pulsazione, che avviene in maniera radiale, descritte anche da una relazione periodo-luminosità come nei casi precedenti. Sono generalmente stelle evolute fuori dalla sequenza principale, nel braccio delle sub-giganti.

Le LADS, contrariamente, presentano diversi modi di pulsazione, sia radiale che non, e sono principalmente stelle di pre-sequenza principale e sequenza principale; questa classe di delta Scuti è la più interessante da studiare per scoprire la struttura interna e i modi con cui cambiano forma.

Un'altra classificazione, come fatto per le Cefeidi, è quella che prende in esame il contenuto di metalli, quindi l'appartenenza a una delle due popolazioni stellari.

Le delta Scuti classiche sono stelle di popolazione I, relativamente giovani, simili, per composizione chimica, al nostro Sole, mentre quelle vecchie di popolazione II sono classificate come SX Phoenicis, del tutto simili alle classiche.

RV-Tauri

Curva di luce tipica di una RV-Tauri, stelle pulsanti minori di 8 volte la massa del Sole, che sono prossime allo stadio finale della loro vita: la perdita degli strati esterni, che formeranno una nebulosa planetaria, e la trasformazione del nucleo in nana bianca.

Le RV-Tauri sono stelle supergiganti gialle situate, nel diagramma HR, tra le Cefeidi e le variabili di tipo Mira (che analizzeremo nelle prossime pagine) e sembrano rappresentare l'anello ci congiunzione tra questi due importanti (e molto diversi) tipi di variabili pulsanti.

Si pensa che le RV-Tauri siano stelle giunte al termine della loro vita, in quel momento di transizione, della durata di appena qualche migliaio di anni, nel quale una stella non troppo massiccia si accinge ad abbandonare lo stadio di supergigante e a diventare una nana bianca, espellendo i suoi gusci esterni e trasformandosi in una nebulosa planetaria. Non a caso, nel diagramma HR la loro posizione, vicino al braccio delle giganti, indica proprio che esse sono in uno stadio evolutivo successivo, il cui ultimo fine è la creazione di una nana bianca ed

eventualmente una nebulosa planetaria. Non tutte le stelle post giganti che sono destinate a diventare nane bianche sono variabili RV-Tauri; si pensa infatti che massa e metallicità giochino un ruolo fondamentale. La breve durata di questa fase è confermata anche dal fatto che le RV-Tauri sono il tipo di variabili meno abbondante nella nostra galassia; molte di esse sono stelle vecchie di popolazione II e vengono scoperete nell'alone galattico.

L'importanza di queste variabili è legata al fatto che la scoperta e il successivo studio possono fornire dati sulle ultime fasi evolutive delle stelle di massa medio-grande, visto che il passaggio tra gigante-supergigante e nana bianca non è ancora stato ben compreso dalla comunità astronomica.

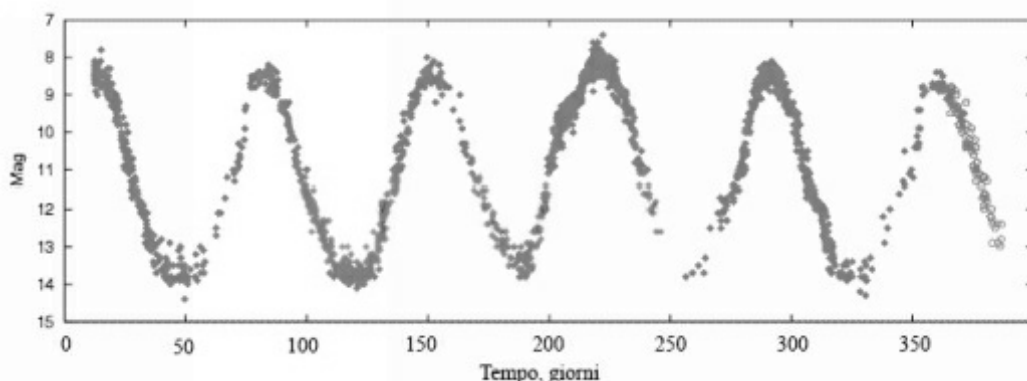
Le pulsazioni sono radiali ma non sempre regolari. Ci sono, anche in questo caso, periodi multipli che si sovrappongono, compresi tra 30 e 150 giorni, e ampiezze fino a 4 magnitudini. Le curve di luce presentano più massimi o minimi e possono differire notevolmente le une dalle altre, al punto che sono stati definiti diversi sottotipi:

- Tipo RVa, nelle quali la luminosità media resta costante;
- Tipo RVb, nelle quali la luminosità media varia con un periodo compreso tra 600 e 1500 giorni.

In realtà alcuni studi recenti lasciano pensare che la differenza tra questi due tipi non sia di tipo fisico. Attorno a queste stelle sono stati osservati dei gusci di polvere in rapida evoluzione, tanto che si pensa che il tipo RVb sia in una fase attiva, in cui il guscio viene disperso dalle pulsazioni ma continuamente alimentato.

Se non c'è un fenomeno di auto alimentazione della polvere,

il guscio tende a essere spazzato via rapidamente, o al limite a rimanere sostanzialmente invariato se posto a grandi distanze: il risultato e che la stella mantiene una luminosità media costante, “trasformandosi” nel tipo RVa.

Variabili di lungo periodo: Mira e semiregolari

Curva di luce tipica di una variabile Mira. L'andamento è simile a quello delle Cefeidi, benché si sviluppi su tempi scala nettamente maggiori (dell'ordine dei mesi). Il prototipo di questa classe è la stella Omicron Ceti, detta Mira.

Le variabili Mira prendono il nome dalla stella Omicron Ceti, nella costellazione della Balena, chiamata anche Mira (meravigliosa) per il comportamento che la porta a variare di svariate magnitudini in qualche mese, rendendola facilmente visibile a occhio nudo o invisibile anche attraverso molti binocoli.

Si tratta di stelle giganti rosse, di massa inferiore a 2 masse solari, estremamente estese, tanto da poter occupare facilmente l'orbita di Giove, se si trovassero al posto della nostra stella, e decine di migliaia di volte più luminose.

La classe delle variabili di tipo Mira appartiene a quello che viene definito braccio asintotico delle giganti, una regione del diagramma HR che raccoglie le stelle non troppo massicce che sono evolute in giganti rosse, estremamente luminose ma con temperature superficiali molto basse (comprese tra 2000 e 3000 K).

Il loro periodo di pulsazione è compreso tra 100 e 1000

giorni, con ampiezze elevate, superiori a 2,5 magnitudini, che possono arrivare fino a 10; sono variabili molto appariscenti, facilissime da seguire anche visualmente o addirittura a occhio nudo (il caso di Omicron Ceti).

Queste stelle hanno una vita media di solo qualche milione di anni, periodo durante il quale parte della loro massa, a causa di un fortissimo vento solare, viene espulsa e probabilmente andrà a formare gli anelli esterni di quella che sarà presto una nebulosa planetaria con al centro una nana bianca molto compatta e calda.

Il tasso di perdita di massa delle variabili Mira è elevato, fino ad 1 milionesimo di massa solare ogni anno; poiché si tratta di stelle simili quanto a massa al Sole, si capisce come con questo tasso di perdita non possano avere una vita superiore al milione di anni. Il nostro stesso Sole, tra circa 5 miliardi di anni, attraverserà questa fase turbolenta e instabile.

Le variabili semiregolari si trovano nella parte alta del braccio asintotico delle giganti; si tratta quindi di stelle più luminose, in generale di supergiganti, ma anche giganti, molto simili alle variabili Mira, ma con una curva di luce che non mostra una periodicità netta e costante. Spesso la comunità astronomica tratta allo stesso modo questa classe di variabili, le Mira e le RV-Tauri, poiché il loro comportamento è così simile da indurre a pensare sia generato da meccanismi fisici analoghi (si pensa che la fase RV-Tauri rappresenti l'evoluzione delle variabili Mira).

Come ogni classe che raccoglie stelle dal comportamento non perfettamente definito, le variabili semiregolari presentano caratteristiche diverse le une dalla altre, e possono essere suddivise in 4 sottotipi:

- SRa: sono le più regolari, con un periodo

superiore ai 35 giorni e ampiezze inferiori a 2,5 magnitudini, molto simili alle Mira;

- SRb: periodi superiori ai 20 giorni e ampiezze inferiori alle 2,5 magnitudini. Sono piuttosto irregolari; spesso nelle curve di luce appaiono zone costanti o con variazioni di luminosità imprevedibili;
- SRc: stelle supergiganti che occasionalmente variano la loro luminosità in modo irregolare e con ampiezze ridotte. La stella più famosa di questo tipo è Betelgeuse, nella costellazione di Orione;
- SRd: giganti e supergiganti gialle, di tipo spettrale tipicamente compreso tra F e K. Sono piuttosto diverse dalle Mira e dalle altre semiregolari e presentano solo occasionalmente delle variazioni di luminosità, generalmente superiori a una magnitudine (fino a 4 magnitudini).

Le variabili pulsanti come candele standard

Alcune tra le stelle pulsanti viste nelle pagine precedenti possono essere utilizzate per stimare distanze galattiche ed extra-galattiche.

Il periodo di pulsazione di alcune stelle dipende dalla loro luminosità assoluta, quindi dall'energia che emettono nell'unità di tempo; in altre parole, conoscendo il periodo di pulsazione possiamo ricavarci la magnitudine assoluta. Dalla misura della magnitudine apparente, ricaviamo il cosiddetto modulo di distanza, che ci fornisce direttamente la distanza dell'oggetto.

Alcune di queste stelle pulsanti sono così luminose da rendersi visibili anche in altre galassie, fino a distanze di qualche centinaio di milioni di anni luce. Esse costituiscono degli strumenti fondamentali per la calibrazione di altri indicatori di distanza, prima fra tutte la legge di Hubble.

Non tutti i tipi di variabili pulsanti possono essere utilizzati come candele standard, ma solamente le Cefeidi (tipo I e II), le RR-Lyrae, le RV-Tauri e il sottotipo a elevata ampiezza delle Delta Scuti.

Per ogni tipo esiste una relazione, più o meno semplice, detta relazione periodo luminosità, la quale lega il periodo di pulsazione alla loro luminosità assoluta, previa un'opportuna calibrazione.

E' molto importante capire questo punto: il periodo di pulsazione dipende dalla magnitudine assoluta della stella, che è una proprietà intrinseca, non da quella apparente, che dipende da vari fattori come la distanza e l'assorbimento causato dalle polveri e gas posti nel cammino della radiazione che giunge fino alla Terra.

Come ben sappiamo, per conoscere la luminosità intrinseca di ogni stella occorre conoscere la sua distanza, altrimenti l'unico dato che possiamo ricavare è la luminosità apparente. Sembra che siamo caduti in un pozzo senza fondo: come è possibile utilizzare le candele standard per misurare le distanze quando occorre conoscere la distanza per sapere la loro luminosità assoluta?

Può sembrare paradossale quanto appena detto, ma non lo è: se riusciamo a calibrare la relazione, cioè a scoprire la legge che lega il periodo di pulsazione alla magnitudine assoluta per qualche stella di cui possiamo conoscere la distanza con altri metodi, possiamo utilizzarla per calcolare poi le distanze per tutte le stelle dell'Universo appartenenti alla stessa famiglia. Il procedimento di calibrazione va fatto (nel caso ideale) solo una volta, su degli oggetti che già conosciamo.

Una volta eseguito, abbiamo una legge universale: il guadagno netto è senza dubbio notevole!

Il procedimento è a grandi linee il seguente:

1) Individuo delle regioni ricche di stelle che posso assumere tutte poste alla stessa distanza dalla Terra (con approssimazione), come ad esempio quelle negli ammassi aperti, globulari o in galassie a noi vicine e di piccole dimensioni, come le Nubi di Magellano. Poiché tutte le stelle che osservo le assumo alla stessa distanza, le loro variazioni di luminosità apparente corrisponderanno a variazioni di luminosità assoluta: in questo modo posso scoprire alcune proprietà importanti. Nel nostro caso specifico, scopro che variazioni del periodo di pulsazione corrispondono a variazioni di luminosità apparente, e quindi, per la scelta del campione di stelle, a variazioni di luminosità assoluta: ho scoperto

che esiste un legame tra luminosità intrinseca della stella e periodo di pulsazione;

2) Ora dobbiamo cercare di capire qual è in termini matematici il legame: dobbiamo trasformare la magnitudine apparente in quella assoluta. Per fare questo è sufficiente conoscere la distanza di almeno una stella qualsiasi dell'agglomerato considerato. Questo è sicuramente il passo più delicato.

Se la distanza non è elevata, posso tentare di utilizzare qualche metodo geometrico, come la parallasse trigonometrica o quella di gruppo; spesso si utilizzano più metodi insieme per ridurre al minimo gli inevitabili errori.

Conosciuta la distanza, e conoscendo la magnitudine apparente, posso ricavare facilmente la magnitudine assoluta e sostituire tali valori nel grafico che riporta la luminosità apparente in funzione del periodo di pulsazione: ho finalmente calibrato il mio grafico. Ora posso applicare il metodo a ogni stella di quel tipo, poiché non si ha più la dipendenza critica dalla distanza.

Il metodo appena descritto è quello utilizzato nei primi anni del 900 da Herrietta Leavitt, astronoma americana che per prima trovò la relazione periodo-luminosità per le variabili Cefeidi osservando quelle all'interno della grande Nube di Magellano.

Vediamo ora, brevemente, le relazioni-periodo luminosità per le variabili più importanti: Cefeidi classiche e RR-Lyrae.

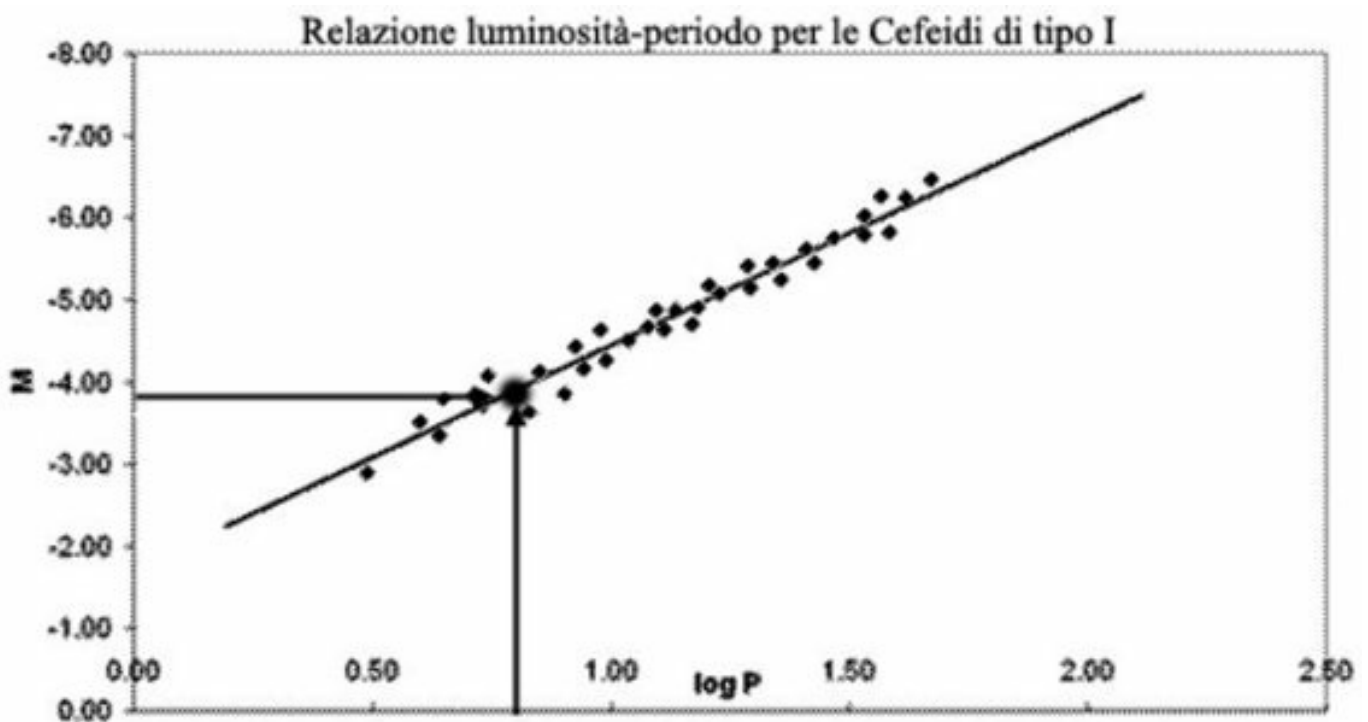
Cefeidi: La procedura di calibrazione è particolarmente delicata, tanto che solamente negli ultimi anni si sono ridotti gli errori grazie all'impiego di telescopi di ultima generazione e

tecniche (digitali) avanzate.

L'esistenza di due tipi di Cefeidi ha portato in passato a errori grossolani nella stima delle distanze, poiché ogni tipo ha una propria relazione periodo-luminosità.

Una volta calibrato, il grafico ha l'andamento mostrato nella figura a destra.

Le funzioni matematiche che descrivono i due andamenti sono identiche, ma differiscono solo per il valore delle costanti. Per le Cefeidi di tipo I, si ha:

$$M_V = -2{,}78\log(P)-(1{,}35\pm0{,}1)$$

Conoscendo il periodo di pulsazione di una stella Cefeide qualsiasi, possiamo, attraverso un grafico calibrato, come questo, risalire istantaneamente alla sua magnitudine assoluta e, dal modulo di distanza, alla sua distanza dalla Terra.

Studiando quindi una qualunque Cefeide di questo tipo e misurando il suo periodo di pulsazione possiamo ricavarci subito la magnitudine assoluta (media).

Ricordando ora l'espressione del modulo di distanza:

$$m-M=-5+5\log(d)$$

dove d = distanza, ci ricaviamo direttamente la distanza (in parsec):

$$d=10^{(m-M+5)/5}.$$

Vediamo una semplice applicazione.

La stella W nella costellazione dei Gemelli è una variabile Cefeide del tipo I.

Effettuando osservazioni di natura fotometrica (costruendo una curva di luce) ricaviamo un periodo di pulsazione di 7,915 giorni, con picchi di magnitudine apparente di $m_{V,Max} = 6,72$ e $m_{V,Min} = 7,58$, con un valore mediopari a $m_{V,Mean} = 7,15$.

Possiamo calcolarci facilmente la luminosità assoluta dalla relazione :

$M_V= -2,78\log(P)-(1,35\pm0,1)$, trovando $M_{V,Mean} =-3,85$, quindi la distanza dalla formula: $d=10^{(m-M+5)/5}$ ottenendo 1590 parsec.

Un calcolo semplice e veloce, ma è bene non dimenticare gli sforzi enormi prodotti da generazioni di astronomi nel permettere a noi cotanta facilità. Spesso le relazioni più semplici sono proprio quelle che hanno richiesto le maggiori energie.

RR-Lyrae: La relazione di luminosità per queste variabili pulsanti è molto semplice, visto che abbiamo già detto che possiedono tutte circa la stessa magnitudine assoluta. Non occorre quindi applicare una relazione più o meno laboriosa, ma soltanto tenere in mente che la luminosità assoluta media

è $0,6<M_V<0,7$; il valore, variabile di 1/10 di magnitudine, è dovuto sia a una leggera dipendenza dal periodo di pulsazione, che dal contenuto di metalli.

Per affinare ulteriormente le stime di distanza occorre tenere conto di queste due variabili.

E' importante notare come queste stelle, benché oltre 50 volte più luminose del Sole, siano molto più deboli delle Cefeidi e non possono essere osservate in altre galassie (tranne rarissime eccezioni), limitando il loro utilizzo agli ambienti della Via Lattea.

Le RR-Lyare sono molto importanti nella stima delle distanze degli ammassi globulari, all'interno dei quali se ne possono osservare qualche decina, molte alla portata di strumentazione amatoriale.

Chi di voi ha un telescopio e una camera CCD, perché non prova a fare un semplice studio fotometrico e ricavare in questo modo la distanza dell'ammasso?

E' molto più semplice e divertente di quando si possa credere e nei volumi precedenti abbiamo già visto ottimi esempi!

Domande e risposte

Questo spazio, all'interno della sezione di astronomia teorica, è rivolto a tutti coloro che trovano irresistibili i grandi temi dell'astronomia, ma allo stesso tempo credono che siano al di fuori della loro portata.

Non è così, e spero di dimostrarvelo rispondendo, di volta in volta, a un paio di domande semplici. Non lasciatevi ingannare da questo aggettivo: nell'Universo a domande facili corrispondono spesso risposte articolate e davvero sorprendenti.

Queste domande sono estratte dal mio libro "125 domande e curiosità sull'astronomia", quindi se siete troppo curiosi dategli un'occhiata.

Prima o poi verremo risucchiati da un buco nero vagante nello spazio, o da quello al centro della Via Lattea?

Nel primo caso non si può dare una risposta che escluda l'eventualità in un futuro lontano, nel secondo caso, invece, la risposta è quasi sicuramente negativa.

Per avere un quadro più chiaro della situazione, dobbiamo confutare qualche leggenda metropolitana che circonda gli esotici buchi neri.

È vero, si tratta di oggetti che possiedono una forza di gravità così potente da trattenere ogni cosa, persino la luce, quindi tutto quello che vi cade non ne uscirà mai più.

Ma i buchi neri non mangiano tutto quello che incontrano, a prescindere da dove si trova.

I buchi neri di origine stellare hanno masse di poco superiori a quelle del Sole. Il campo gravitazionale prodotto da qualsiasi corpo dipende unicamente dalla sua massa. Ne consegue che un buco nero pari a 2 volte la massa del Sole, produce lo stesso campo gravitazionale di una stella due volte più massiccia del Sole.

Qual è la differenza allora?

Che un tale buco nero è estremamente concentrato, al massimo pochi chilometri di diametro, mentre una stella di pari massa ha un'estensione di qualche milione di chilometri. Ne consegue, quindi, che è possibile avvicinarsi al buco nero molto di più che a una stella di pari massa e sentire, quindi gli effetti distruttivi della forte gravità prodotta proprio nelle vicinanze della concentrazione di materia. Nel caso della stella, invece, una volta che si raggiunge la superficie i giochi sono finiti. La forza di gravità è massima sulla sua superficie, per poi decrescere mano

a mano che ci si avventura nelle regioni centrali, visto che parte della materia che genera il campo gravitazionale sarà sopra le nostre teste e non più sotto i nostri piedi.

Un buco nero, quindi, mangia tutto quello che si avvicina troppo alla sua superficie. Se al suo posto ci fosse stata una stella di apri massa, anche essa avrebbe fagocitato tutto il materiale, semplicemente perché sarebbe entrato in collisione con la sua struttura.

Se al posto del Sole, quindi, ci fosse un buco nero di pari massa, il cui orizzonte degli eventi avrebbe un diametro di circa 6 chilometri, alle orbite dei pianeti non sarebbe successo assolutamente nulla, perché è la massa a determinare il campo gravitazionale!

Di conseguenza, anche per i buchi neri microscopici vale lo stesso. Quando il grande acceleratore del CERN di Ginevra venne attivato, gli scienziati ipotizzarono anche la creazione di mini buchi neri di massa atomica e qualche persona poco informata temette per un'apocalisse annunciata.

Se anche si fossero creati mini buchi neri di massa atomica, la loro forza di gravità sarebbe esattamente uguale a quella prodotta da un atomo; e se questi mattoni fondamentali della materia non hanno inghiottito nulla in 13,7 miliardi di anni di esistenza, non vedo perché avrebbe dovuto farlo un buco nero di pari massa.

A dire la verità, la densità delle particelle atomiche, tra cui il neutrone, è quasi al limite di quella per formare un buco nero, del tutto simile a quelle di una stella di neutroni, l'oggetto più denso conosciuto dopo un buco nero. Un cucchiaio di neutroni, disposti in modo non contenere spazi vuoti tra di loro avrebbe un peso, sulla Terra, qualche milione di tonnellate!

Fortunatamente, solamente lo 0,01% dello spazio di un

atomo è occupato dalle particelle, il restante 99,99% è vuoto, quindi la grande densità delle particelle atomiche resta concentrata in uno spazio piccolissimo e incide poco sulla densità media degli atomi, quindi della materia comune.

Il corpo umano esposto alle condizioni dello spazio esplode?

Lo spazio è un ambiente estremamente inospitale per l'uomo, il cui fisico si è sviluppato e adattato alle particolari condizioni presenti sulla superficie della Terra.

Fuori dall'atmosfera, nessun essere umano può resistere alle condizioni estreme che ci sono.

Prima di tutto nello spazio non c'è aria respirabile. La quantità di gas presente è davvero infinitesima, pari a poche particelle ogni centimetro cubo, contro le miliardi di miliardi dell'atmosfera terrestre.

Di conseguenza, nello spazio non c'è pressione.

La mancanza di un involucro gassoso, come quello terrestre, fa venir meno la fondamentale azione di regolazione della temperatura tra giorno e notte. Nello spazio, in prossimità della Terra, si passa dai circa 150°C delle zone illuminate dal Sole agli oltre -100°C delle parti in ombra.

Tuttavia, contrariamente a quanto si possa credere e a quello che ci hanno trasmesso i film di fantascienza, un astronauta esposto allo spazio aperto morirebbe semplicemente soffocato per mancanza di ossigeno.

Il nostro corpo, in effetti, si dimostra essere estremamente (e sorprendentemente) resistente a queste condizioni.

La mancanza di pressione non fa andare in ebollizione il sangue o esplodere il corpo, come si può credere. Fluidi e organi interni sono tenuti in pressione dalla nostra pelle, che è particolarmente efficiente nell'isolarli dall'esterno.

Quando il corpo viene esposto a pressioni estremamente basse, o nulle, la pelle si espande, facendoci sembrare dei body builder, ma non si lacera, garantendo quindi il perfetto

funzionamento degli organi interni e dell'apparato circolatorio.

Per quanto riguarda le temperature estreme non bisogna farci spaventare, perché quello che conta è la trasmissione e dispersione del calore. Nello spazio il calore viene trasferito solamente per contatto e irraggiamento, non per convezione.

In effetti il vuoto è l'isolante termico migliore che esista.

La nostra pelle quindi cambia temperatura molto lentamente, non bruciandosi al Sole e non congelando all'ombra. Al massimo si prende una scottatura a causa dei raggi ultravioletti non schermati, ma ci vuole probabilmente qualche minuto.

Un problema potrebbe invece riguardare l'apparato respiratorio. Se prima di uscire per una passeggiata nello spazio senza alcuna protezione, cerchiamo di prendere aria per poter trattenere il respiro più a lungo, facciamo un grande errore.

I polmoni sono gli unici organi interni a diretto contatto con l'ambiente esterno. Nel momento in cui usciamo fuori, la pressione dell'aria accumulata al loro interno potrebbe danneggiarli o farli letteralmente a pezzi.

Evitando questa pericolosa manovra, un corpo umano può restare nello spazio senza protezione per oltre 30 secondi prima di riportare danni irreversibili.

A causa della mancanza di ossigeno, dopo 15-20 secondi si perde però conoscenza, perché il cervello non ha più rifornimenti energetici. Entro due - tre minuti arriva la morte; lo stesso tempo richiesto per un più classico soffocamento.

Astronautica

Questa sezione è estratta dal libro: "Conoscere, capire, esplorare il Sistema Solare".

Siamo arrivati allo spazio dedicato agli amanti dell'esplorazione dello spazio.

L'astronautica, con le sue sfide tecnologiche, i pericoli, i

grandi e spettacolari risultati scientifici, è una disciplina che non può non interessare, al di là della passione per l'astronomia.

Grazie all'esplorazione del nostro Sistema Solare abbiamo imparato moltissime nozioni, anche per quanto riguarda il funzionamento e le proprietà del nostro delicato e prezioso pianeta, senza contare il salto tecnologico enorme compiuto grazie a dei sognatori che di fronte a difficoltà, spesso enormi, non si sono arresti e hanno sempre cercato di raggiungere le stelle.

L’esplorazione del Sole

Sono più di 30 anni che ingegneri e tecnici stanno studiando un modo per portare una sonda automatica nei pressi della superficie del Sole, senza che venga distrutta dall’immane calore, ma l’antica storia di Icaro, avvicinatosi troppo al caldo abbraccio solare, rappresenta un insegnamento ancora molto attuale, al quale non è stata ancora trovata una soluzione.

Troppo caldo nei pressi della fotosfera e troppo energetiche le particelle di vento solare, al punto di cuocere letteralmente qualsiasi strumentazione non opportunamente schermata.

Grazie al progredire della tecnologia e della scienza dei materiali, negli ultimi anni si è ricominciato a parlare di una sonda da inviare all’interno della corona, a circa 4 milioni di chilometri dalla fotosfera.

In quelle impervie regioni di spazio la strumentazione di bordo dovrà resistere a una temperatura superiore a 1500°C e a un flusso enorme di particelle cariche.

Un grande e resistente scudo termico sarà la chiave per assicurare il corretto funzionamento della strumentazione, che oltre i 200°C comincia ad avere seri problemi.

Non si conoscono dettagli su quando la missione Solar Probe, questo il nome provvisorio, vedrà effettivamente la luce e se la vedrà, visti i continui tagli dei finanziamenti all’agenzia spaziale americana (NASA).

Attualmente tutto sembra stia procedendo secondo i piani originari, con il lancio previsto per il 2015.

Se questa missione verrà confermata batterà diversi record:

sarà la sonda più vicina al Sole, il primo manufatto a orbitare all'interno dell'atmosfera e il più veloce di sempre, perché la stretta orbita solare verrà percorsa alla velocità di 200 km/s. Stiamo parlando di una velocità orbitale, dovuta quindi all'attrazione del Sole, relativamente facile da raggiungere.

Il record di velocità non orbitale spetta alla sonda Voyager 1, ma avremo modo di parlare con più calma di questo gioiello della tecnologia degli anni 70.

Senza aspettare la partenza della futura capsula Solar Probe, possiamo dare uno sguardo al passato e notare che sono stati diversi i satelliti mandati nello spazio per lo studio del Sole, sebbene si siano tenuti tutti a debita distanza.

Le sonde più impavide fino a questo momento sono state le gemelle Helios (A e B) lanciate rispettivamente il 10 dicembre 1974 e il 15 gennaio 1976, frutto della collaborazione tra l'agenzia spaziale americana (NASA) e l'agenzia spaziale della Germania Ovest.

Le due piccole capsule si sono spinte ben all'interno dell'orbita di Mercurio. Il record di avvicinamento spetta a Helios B, il cui perielio orbitale (il punto più vicino al Sole) è arrivato a 43,4 milioni di chilometri dalla rovente fotosfera. Le due sonde sono le attuali detentrici della massima velocità orbitale raggiunta: 70,22 km/s, quasi 253.000 km/h.

Il compito delle due capsule era quello di condurre studi sul campo magnetico e sul vento solare a quelle ravvicinate distanze. Non erano installati sistemi di ripresa a bordo.

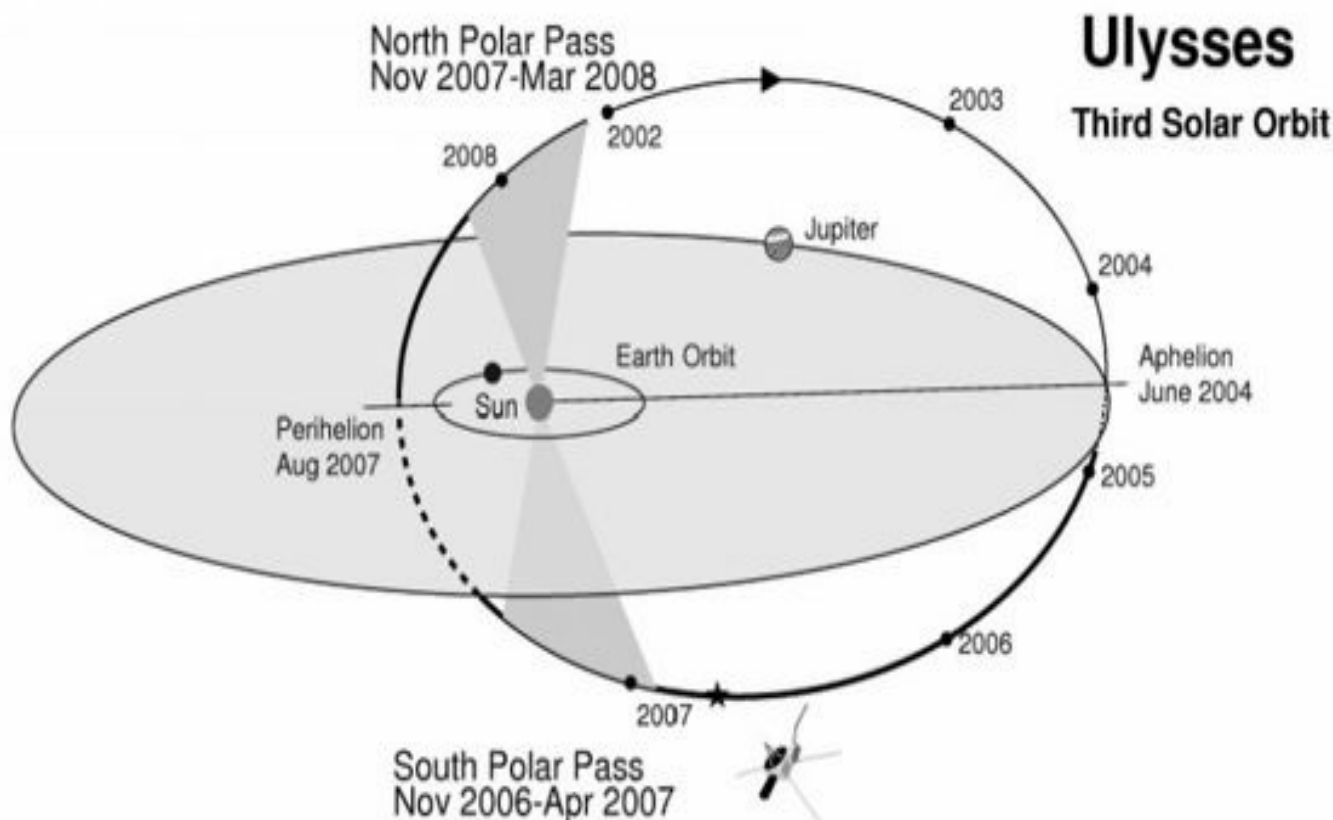
Nessun satellite si è più spinto in quelle regioni interne del Sistema Solare, ma molti altri osservatori solari sono stati lanciati per lo studio e il monitoraggio continuo del Sole e della corona, sfruttando la posizione privilegiata al di fuori dall'atmosfera

terrestre.

Negli anni 80, dopo numerosi rinvii, fu progettato il satellite Ulysses, nato dalla collaborazione tra NASA ed ESA (agenzia spaziale europea), con il compito di studiare le regioni polari del Sole, poco visibili dalla Terra e dal piano della sua orbita.

Caricato nella stiva dello Space Shuttle, Ulysses venne liberato nello spazio nel 1990, dopo oltre 7 anni di ritardo sulle iniziali previsioni.

Per raggiungere un'orbita polare intorno al Sole ha sfruttato la forza gravitazionale di Giove, in una manovra conosciuta come fly-by, di cui sentiremo molto parlare nelle prossime pagine.

La spinta del gigante gassoso l'ha portato su una traiettoria quasi perpendicolare al piano dell'eclittica, senza consumare le enormi quantità di carburante che sarebbero state necessarie con un approccio diretto.

Ulysses ha utilizzato la forza di gravità di Giove per proiettarsi in una larga orbita quasi perpendicolare a quella della Terra per osservare per la prima volta le nascoste regioni polari del Sole.

La missione fu un successo. La sonda studiò le regioni polari del Sole (sebbene da distanza notevole) per la prima volta nella storia, addirittura fino al 30 giugno 2009, quando ormai esaurita l'energia elettrica necessaria per mantenere attivi gli strumenti è stata spenta per sempre.

Negli ultimi anni il monitoraggio dell'attività solare è stato uno dei punti prioritari delle varie agenzie spaziali, tranne quella russa. È infatti insolito notare che nella corsa allo spazio degli anni 60-70, nessun satellite Sovietico sia stato dedicato alla nostra Stella.

L'affermazione di nuove potenze spaziali, negli ultimi venti

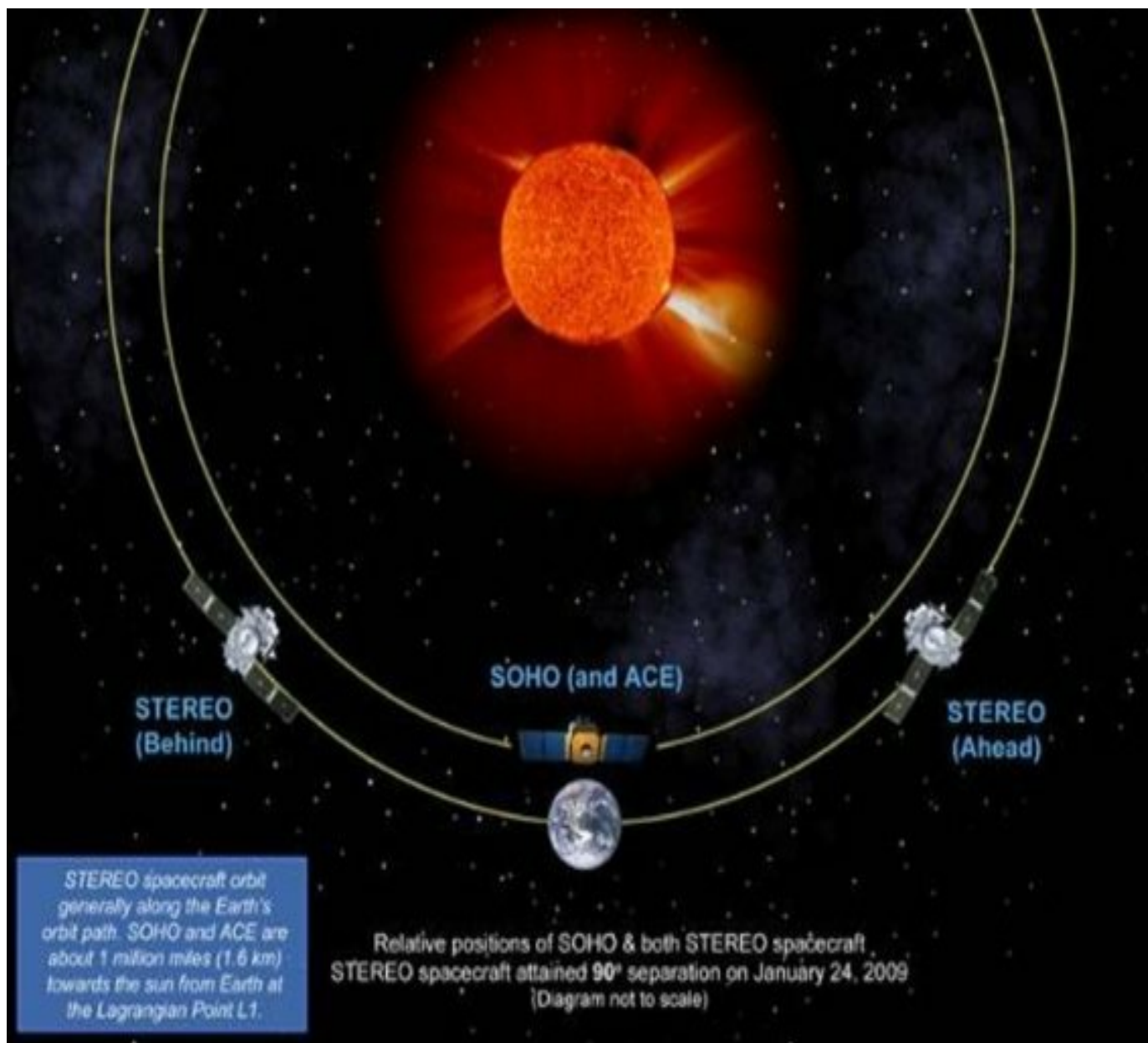
anni, ha dato nuova linfa a questo ambito dell’esplorazione spaziale.

Attualmente sono ben 5 le sonde che monitorano l’attività Solare da diversi punti dello spazio.

La più longeva è sicuramente la sonda Soho (Solar and Heliospheric Observatory).

Costruita dall’agenzia spaziale europea, è stata lanciata da un razzo della NASA.

La travagliata storia di questo satellite automatico è molto utile anche per comprendere le difficoltà dell’esplorazione spaziale, e allo stesso tempo la grande capacità dei tecnici a Terra, in grado di risolvere a distanza di milioni di chilometri problemi quasi insormontabili senza mai perdersi d’animo.

Nel corso del nostro viaggio nel Sistema Solare vedremo molte altre situazioni delicate risolte brillantemente, e impareremo anche qualche piccola nozione sulla tecnica del volo spaziale.

La posizione della sonda Soho è fissa nel punto Lagrangiano L1, mentre quella delle due sonde Stereo varia nel tempo.

La sonda Soho è stata costruita interamente dall'agenzia spaziale europea e lanciata il 2 dicembre 1995. Orbita intorno al Sole nel punto Lagrangiano L1 del sistema Terra-Sole, una particolare regione di spazio a circa 1,5 milioni di chilometri dalla Terra, in direzione della nostra Stella, nella quale le forze gravitazionali della Terra (dietro) e del Sole (davanti) si annullano, garantendo all'astronave una posizione stabile. Le antenne di Soho sono in grado di trasmettere un flusso di dati con una velocità di 200 kb/s (circa la velocità di trasmissione

delle prime linee cellulari di tipo UMTS).

Dopo i primi anni tranquilli, il 24 giugno 1998 una serie di eventi fece perdere i contatti con la sonda per alcuni interminabili giorni. Durante alcune programmate operazioni di manovra e calibrazione, la sonda perse l'orientamento con il Sole. Subito il computer di bordo attivò lo stato di emergenza, la cui priorità era riacquisire il bersaglio. Il comando missione cercò invano di riprendere il controllo del satellite, che invece continuava ad avviare il protocollo di emergenza senza però portarlo a termine in modo positivo, fino a quando vennero persi i contatti. La sonda non aveva la giusta orientazione, stava ruotando sul proprio asse e perdeva energia, a causa dell'orientazione non corretta dei pannelli solari.

Tecnici europei e americani si diedero febbrilmente da fare per recuperare i contatti con la sonda, che a quel punto non si sapeva più dove si trovasse. Utilizzando le grandi antenne del radiotelescopio di Arecibo e della rete Deep Space Network sparse tra America e continente australiano individuarono via radar la posizione del satellite, non troppo lontano da quella prevista. Subito cominciarono i piani per ristabilire i contatti, in una vera e propria corsa contro il tempo: se i pannelli solari non fornivano più energia sufficiente, le batterie di bordo si sarebbero presto scaricate e Soho si sarebbe spenta definitivamente.

Il 3 agosto fu rilevato il primo debolissimo segnale. I tecnici riuscirono finalmente a ricevere i primi dati sulla posizione e sullo stato della sonda. Spensero tutta la strumentazione scientifica per risparmiare energia, che venne convogliata nel tentativo di ripristino del corretto assetto. Prima, però, si doveva riattivare il sistema di scongelamento del carburante fermatosi giorni prima. Dopo questo delicato comando i razzi di manovra

della sonda poterono essere utilizzati di nuovo per correggerne l'orientazione.

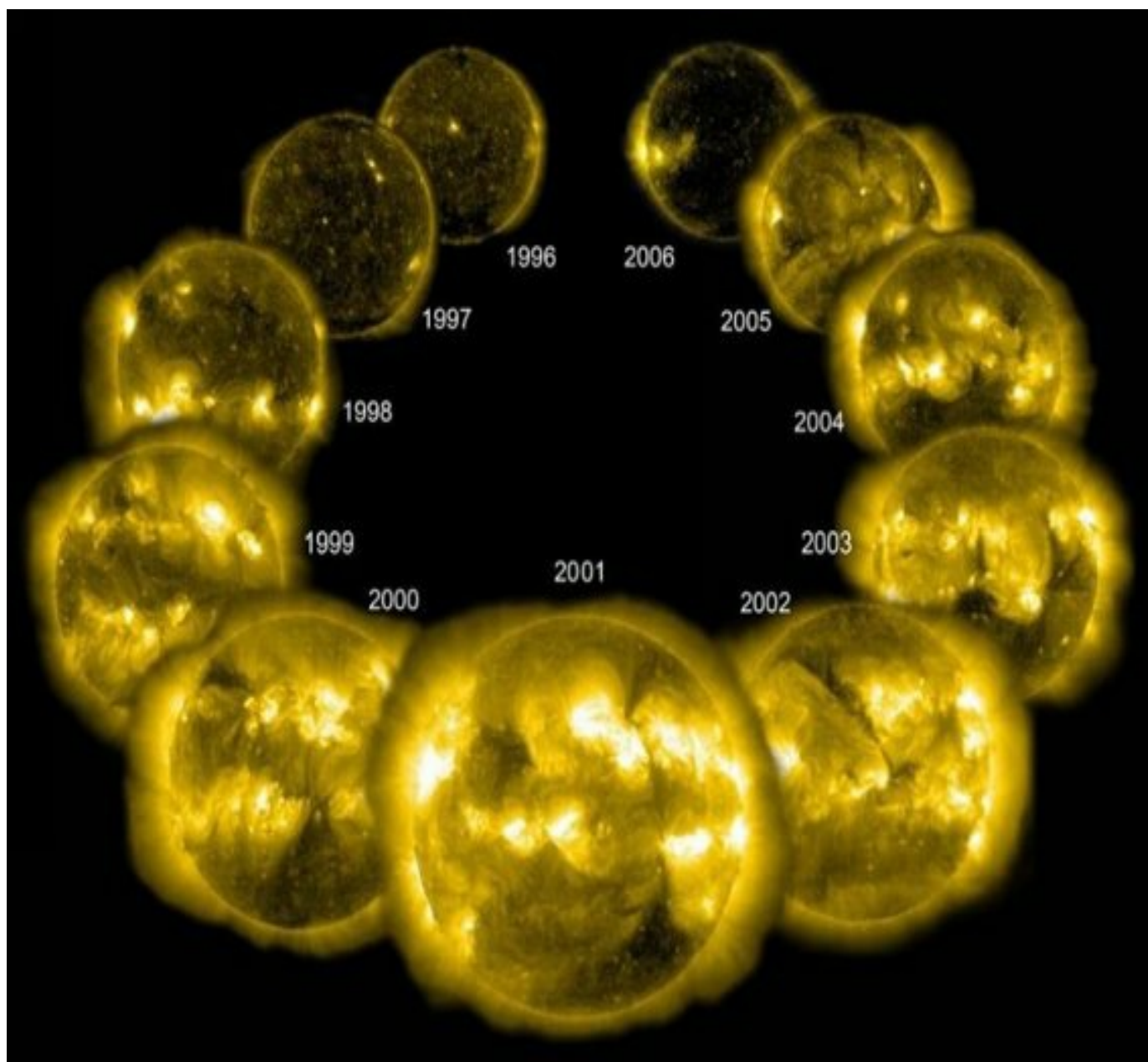
Il 16 settembre, dopo oltre un mese e mezzo di incertezze, la sonda aveva ripristinato la giusta orientazione, riacquistando energia per la lenta riattivazione di tutta la strumentazione scientifica di bordo, completatasi nell'arco di un mese. Il ripristino dei sistemi di navigazione non fu però totale. I giroscopi di bordo, fondamentali per conoscere l'orientazione della sonda nello spazio durante le normali manovre di regolazione dell'assetto, erano danneggiati e solamente uno era funzionante. Se si fosse perso anche questo, sarebbe stato impossibile per la sonda e per i tecnici di Terra compiere le normali manovre per il mantenimento dell'assetto, senza sapere in quale direzione muoversi.

In onore alla legge di Murphy che afferma che se qualcosa può andare storto, allora sicuramente lo farà e anche in breve tempo, ecco che un paio di mesi più tardi l'unico giroscopio di Soho smise di funzionare.

In pochi giorni il controllo missione si è dovuto inventare un modo per consentire alla sonda le regolazioni di assetto senza questi importanti strumenti.

I tecnici dell'agenzia spaziale europea crearono un software in grado di sopperire alla mancanza dei giroscopi. Inviarono con successo il programma al computer di bordo, e da quel momento (gennaio 1999) iniziò la seconda vita di un satellite importantissimo per lo studio continuativo dell'attività solare.

Come vedremo nelle prossime pagine, la capacità di risolvere problemi imprevedibili, che si presentano quasi sempre durante una lunga missione spaziale, può fare la differenza tra un fallimento e un grande successo.

E quando ci sono di mezzo vite umane, come nel caso di Apollo 13, lo spirito di collaborazione e le capacità dei tecnici diventano requisiti fondamentali per la riuscita di una missione.

Cambiamenti nel Sole durante un intero ciclo solare ripresi dalla sonda Soho. Grazie alla sua posizione nello spazio può osservare la nostra Stella a lunghezze d'onda inaccessibili sulla Terra.

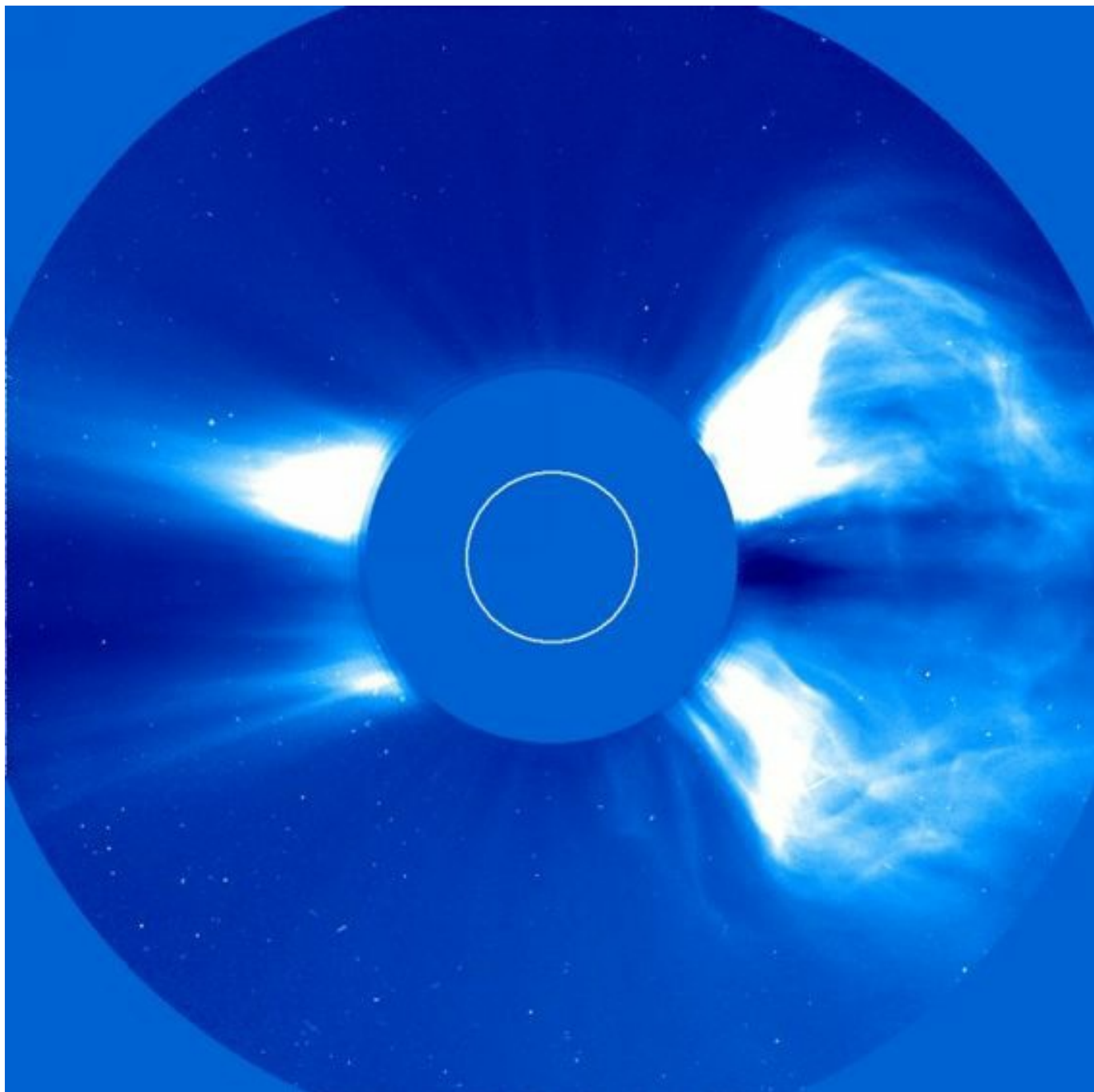
Negli ultimi anni la sonda Soho è stata affiancata da altri 4 satelliti per lo studio del Sole, tra cui il Solar Dynamics Observatory (SDO) della NASA, il piccolo satellite europeo Proba-2 e la coppia di sonde americane Stereo.

Queste ultime rappresentano un grande passo in avanti nello studio e nel monitoraggio del Sole.

Il piano di volo fu infatti programmato in modo che le sonde seguissero orbite simili, ma potessero osservare da due angolazioni differenti.

Per raggiungere questo obiettivo, i tecnici della NASA hanno utilizzato il campo gravitazionale della Luna per immettere le sonde nella giusta traiettoria.

La separazione angolare tra Stereo A e Stereo B non è costante e cambia di circa 44° ogni anno, consentendo uno studio accurato e finalmente in tre dimensioni degli eventi che si sviluppano nella fotosfera e nella corona solare.

Può sembrare strano, ma fino all'arrivo delle sonde Stereo determinare la profondità di fenomeni come eruzioni solari, brillamenti, esplosioni nella corona solare era estremamente difficile, se non, a volte, impossibile.

Gli strumenti a bordo delle sonde solari dispongono di un disco in grado di mascherare la luce del Sole per monitorare continuamente la più debole e ancora misteriosa corona. In questa immagine ripresa da Soho possiamo vedere un evento detto Coronal Mass Ejection (espulsione di massa coronale), una vera e propria super esplosione che proietta nello spazio una grande quantità di materia. Se queste particelle dovessero investire la Terra produrrebbero spettacolari aurore polari ma anche problemi a satelliti e alle telecomunicazioni. Solamente con osservatori nello spazio è possibile condurre osservazioni di questo tipo.

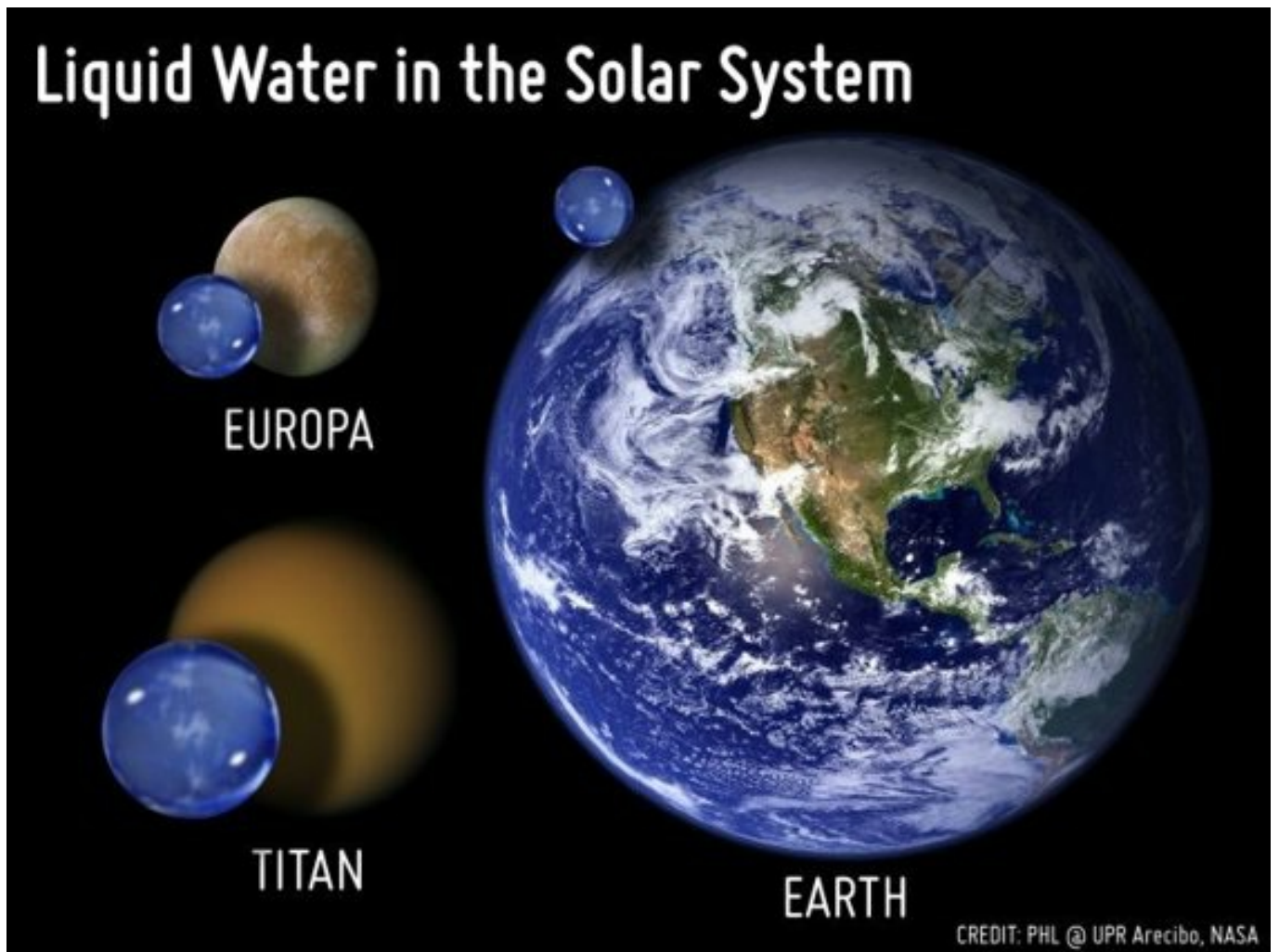
Attualità

In questa sezione finale vengono proposte notizie e riflessioni sui temi più attuali, spaziando dall'esplorazione di Marte alle galassie più lontane dell'Universo. A decidere gli argomenti è l'enorme progresso scientifico cui va incontro una disciplina attiva come l'astronomia. Scoperte piccole e grandi si susseguono a ritmi frenetici, sebbene gli astronomi in tutto il mondo rappresentino una piccola comunità che a mala pena raggiunge le 20 mila unità. Ma mai come in questo caso la determinazione può superare tutte le difficoltà della disciplina più impegnativa che esista.

Vita nel Sistema Solare –Parte 2–

Le scoperte marziane e una migliore comprensione della biologia terrestre hanno cambiato drasticamente il nostro punto di vista in merito alle proprietà della vita elementare.

Se gli ingredienti fondamentali sono davvero solo un po' d'acqua (anche tracce), degli atomi molto abbondanti (idrogeno, carbonio, azoto), un precario riparo dalle tempeste solari più violente (basta anche solo trovarsi nel lato notturno del pianeta quando arriva la tempesta) e una fonte qualsiasi di energia (chimica, elettromagnetica, gravitazionale), allora potremmo sperare di trovare minuscoli batteri anche in altri luoghi del Sistema Solare.

Titano, Encelado e soprattutto Europa hanno qualcosa in comune: possiedono grandi riserve d'acqua, ghiacciata in superficie, liquida nelle profondità.

Le più grandi riserve di acqua liquida si trovano su Europa e Titano. La Terra, in confronto, sembrerebbe quasi un arido deserto.

Negli oceani di Europa?

Negli ultimi anni Europa è diventato il corpo celeste più interessante e ha distolto un po’ le morbose attenzioni e aspettative che si riversavano su Marte.

Per scoprire i motivi di questo inaspettato cambio di rotta è sufficiente osservare attentamente la particolare superficie. Quasi del tutto priva di crateri e montagne, è per forza di cose relativamente giovane e ricoperta da un materiale molto riflettente e apparentemente mobile. I dettagli che più hanno attirato l’attenzione sono però delle lunghissime striature di diverso colore che solcano la superficie del satellite in lungo e in largo. Questa peculiarità rappresenta sicuramente la prova definitiva di un’attività geologica attuale.

Le lunghe cicatrici sembrano essere delle linee di frattura della crosta composte in gran parte da ghiaccio d’acqua!

A causa dell’influenza mareale di Giove, abbiamo scoperto che sotto lo strato ghiacciato, dallo spessore di qualche decina di chilometri, si dovrebbe celare un’enorme riserva di acqua liquida.

Un grande oceano al riparo dal freddo e dai pericoli dello spazio, alimentato dal calore delle maree gioviane, potrebbe rivelarsi il luogo perfetto per lo sviluppo di alcune semplici forme di vita.

Ma come abbiamo fatto a comprendere l’esistenza di un oceano nascosto senza mai poterlo osservare?

In modo relativamente semplice.

La disposizione e il numero di quelle strane cicatrici superficiali è infatti compatibile con un modello di crosta isolata e galleggiante sul nucleo. Questo isolamento meccanico gli consente muoversi a una velocità diversa rispetto al resto del

satellite, compiendo, si stima, un giro in più ogni 10.000 anni.

La quantità di acqua contenuta nell'oceano sotto la crosta di Europa, profondo probabilmente oltre 100 chilometri, è addirittura due volte superiore al contenuto di tutti gli oceani e i mari terrestri, nonostante il nostro pianeta sia 4 volte più grande!

L'assenza di radiazione solare non rappresenta un problema, anzi, la protezione della crosta evita i pericoli di un'esposizione diretta allo spazio, al vento solare e ai raggi ultravioletti più pericolosi (sotto i 300 nm di lunghezza d'onda).

Molte specie marine che popolano i nostri fondali oceanici si sono addirittura evolute nel buio più assoluto, sviluppando ingegnosi sistemi per il loro sostentamento e per vedere dove non arriva neanche un briciolo di luce solare.

I nostri fondali oceanici, in effetti, rappresentano un ambiente del tutto alieno proprio qui sul pianeta che pensiamo di conoscere molto bene, e potrebbero essere sorprendentemente vicini alle condizioni presenti negli oceani oscuri di Europa.

La scoperta più entusiasmante è arrivata nel 2010: l'oceano sotterraneo di Europa conterrebbe abbastanza ossigeno da ospitare tranquillamente la vita di milioni di tonnellate di pesci terrestri.

Questo naturalmente non significa che ci siano effettivamente specie marine; però è indubbio che le condizioni sembrerebbero molto simili alle nostre fosse oceaniche.

L'ossigeno non è di certo indispensabile per i processi biologici elementari (anzi, è dannoso agli inizi dell'evoluzione), ma è una solida base per poter sperare di trovare forme di vita più complesse.

Lo studio di un gruppo di ricercatori dell'università dell'Arizona si è spinto anche più in là, perché il successivo

dubbio potrebbe essere decisivo: se nel grande oceano c'è ossigeno a sufficienza per i processi biologici più complessi, l'isolamento dalla crosta impedirebbe la sua rigenerazione, consumandosi nel corso di pochi milioni di anni.

La risposta arriva dall'analisi dell'età della crosta superficiale, che restituisce un valore attorno a 50 milioni di anni, vale a dire appena l'1% dell'età del Sistema Solare.

Probabilmente, in modo non molto dissimile ai moti convettivi che sulla Terra spostano i continenti, i movimenti della grande massa d'acqua sotterranea di Europa rimescolano continuamente il materiale superficiale, che a intervalli regolari viene rigenerato. La causa di tutto questo è da ricercare nel vicino Giove, che produce una forza di marea circa 1000 volte più intensa di quanta ne eserciti la Luna sulla Terra.

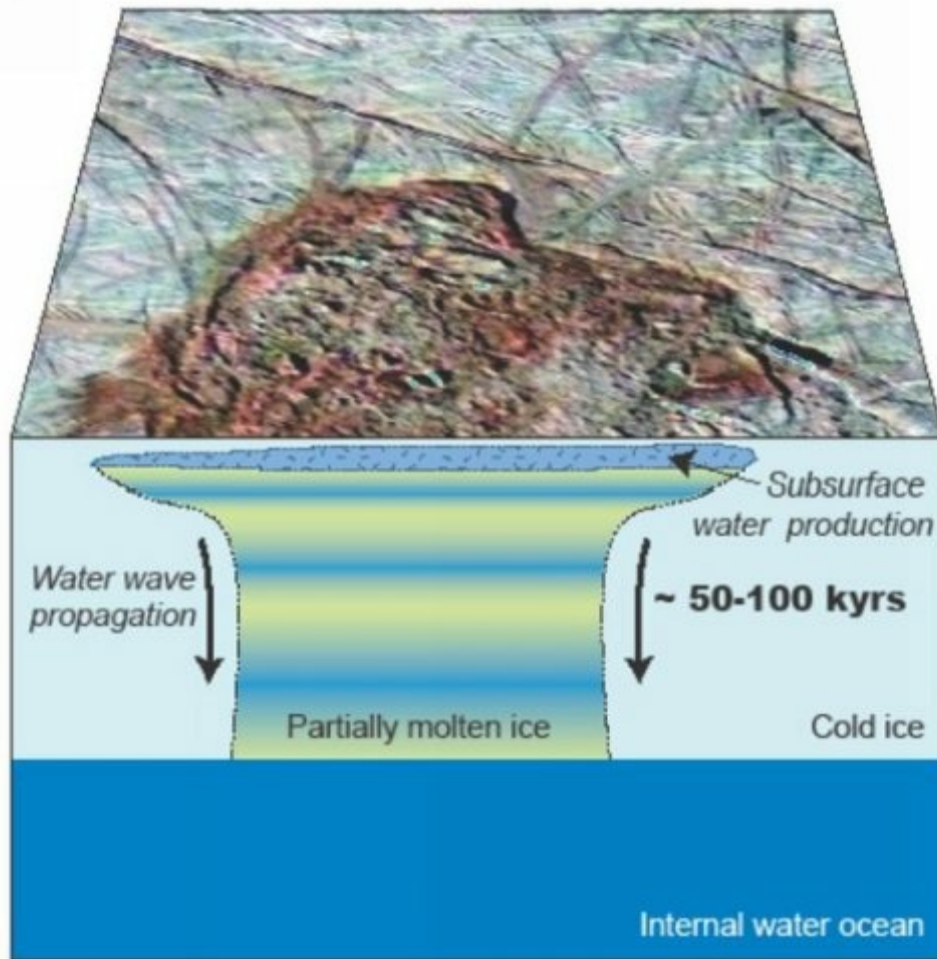
È in questo modo che avviene il continuo ricambio di ossigeno; le preziose molecole si formano in superficie dalla scissione del ghiaccio in perossido di idrogeno (acqua ossigenata) da parte della grande quantità di radiazioni a cui è sottoposta a causa dell'orbita all'interno del campo magnetico di Giove.

Le osservazioni telescopiche hanno mostrato che la maggiore concentrazione di perossido di idrogeno è presente nella faccia che precede la rotazione attorno a Giove, in un emisfero composto quasi esclusivamente di ghiaccio d'acqua puro.

Intrappolate nel reticolo cristallino e nelle polveri, le molecole di perossido quando entrano in contatto con l'acqua liquida sottostante rilasciano ossigeno. Questo meccanismo è così efficiente che i calcoli mostrano che il contenuto di ossigeno potrebbe passare da zero a un livello superiore degli oceani terrestri in pochi milioni di anni. L'equilibrio creatosi, dunque,

potrebbe costituire la fonte rinnovabile di energia per forme di vita evolute.

Sempre gli stessi studi sottolineano come la prima scorta di ossigeno nell'oceano sottostante sia arrivata non prima di un paio di miliardi di anni dopo la formazione del satellite. Questo piccolo dettaglio, apparentemente insignificante, è invece ciò che può darci la speranza per l'esistenza di forme di vita più complesse. L'intervallo di tempo è stato abbastanza lungo da lasciare libertà alle molecole organiche di aggregarsi senza problemi di ossidazione per formare, presumibilmente, le prime forme di vita. Sulla Terra l'ossigeno libero in atmosfera si pensa sia comparso circa 2,5 miliardi di anni fa, vale a dire proprio 2 miliardi di anni dopo la formazione. Nel nostro caso gli artefici sono stati gli organismi unicellulari fotosintetici, qualcosa che nelle profondità di Europa non esiste di certo. Fortunatamente ci hanno pensato proprio la radiazione solare e le forze di marea gioviane.

Molti astrobiologi sono moderatamente ottimisti sul fatto che il satellite possa effettivamente ospitare forme di vita al di sotto della crosta, addirittura dei crostacei. Certo che verificare con prove inoppugnabili una notizia così importante richiederà certamente diversi anni.

Il grande oceano d’acqua liquida di Europa si troverebbe a qualche decina di chilometri sotto la superficie. Le radiazioni imprigionate dal campo magnetico di Giove creerebbero ossigeno dal ghiaccio superficiale, mentre le forze mareali provvederebbero a un rimescolamento continuo di ghiacci e acqua liquida che potrebbe essere la chiave per un rifornimento duraturo nel tempo di ossigeno per il sostentamento di eventuali specie marine.

Nei mari di metano di Titano?

Se consideriamo meramente il contenuto d'acqua di un corpo celeste, né la Terra né Europa sono i primi nel Sistema Solare. La più grande riserva d'acqua tra i corpi rocciosi spetta a Titano, l'insospettabile e misteriosa luna di Saturno, che secondo le stime ne conterrebbe 11 volte più dei nostri oceani.

Unico satellite naturale a possedere un'atmosfera stabile, addirittura più densa di quella terrestre, Titano è stato per molti anni un grande enigma, fino all'arrivo della sonda Cassini e della piccola capsula Huygens che nei primi giorni del 2005 si è addirittura posata sulla superficie, penetrando la spessa e opaca atmosfera. Qui si sono scoperti grandi laghi di idrocarburi liquidi (principalmente metano ed etano), una possente circolazione atmosferica, addirittura grandi sistemi nuvolosi capaci di scaricare al suolo ingenti quantità di metano liquido. Titano, quindi, è il corpo celeste che insieme alla Terra possiede un ciclo stabile di precipitazioni. Sul nostro pianeta l'ingrediente è l'acqua, su questa remota luna, a un miliardo e mezzo di chilometri dal Sole, il nostro amato liquido trasparente non può che esistere in forma ghiacciata, ma metano ed etano si trovano invece nell'ambiente adatto per prenderne il posto.

L'atmosfera del satellite è priva di ossigeno ma contiene grandi quantità di azoto, proprio come quella della Terra primordiale antecedente lo sviluppo della vita complessa.

Tutti gli astrobiologi sono concordi nel rivedere in Titano un ambiente che, temperature a parte, potrebbe essere molto simile a quello del nostro pianeta di qualche miliardo di anni fa.

In un perfetto parallelismo tra l'acqua della Terra e il metano di Titano, alcuni ricercatori hanno ipotizzato che vita primitiva

potrebbe prosperare nei laghi e nei mari del satellite.

In effetti la logica sembra essere dalla nostra parte: se sulla Terra la vita ha scelto l'acqua perché abbondante, e poiché era ovunque si è potuta espandere in ogni parte del pianeta, cosa impedisce che forme di vita non abbiano trovato il modo di utilizzare gli idrocarburi di Titano, sparsi dappertutto?

La superficie di Titano potrebbe essere sicuramente adatta a forme di vita elementari per noi sconosciute, che riescono a riprodursi e prosperare anche a 180°C sotto lo zero e utilizzano gli idrocarburi al posto dell'acqua.

Fantascienza? Forse no.

Alcuni studi dimostrano che metano ed etano liquidi possono svolgere un lavoro migliore dell'acqua nell'aggregare i mattoni della vita.

Purtroppo una spedizione sulla superficie che con un piccolo laboratorio biologico possa analizzare il terreno, in modo simile a quanto fatto dalle Viking su Marte, e capire (speriamo meglio!) cosa stia effettivamente succedendo è ancora lungi da venire.

In assenza di tutto questo, non siamo stati certo con le mani in mano e forse abbiamo scoperto qualcosa di estremamente interessante.

Nell'atmosfera di Titano non esiste ossigeno (meglio così!), né anidride carbonica, e questo potrebbe sembrare un problema: da quale gas ricaverebbero l'energia eventuali esseri viventi?

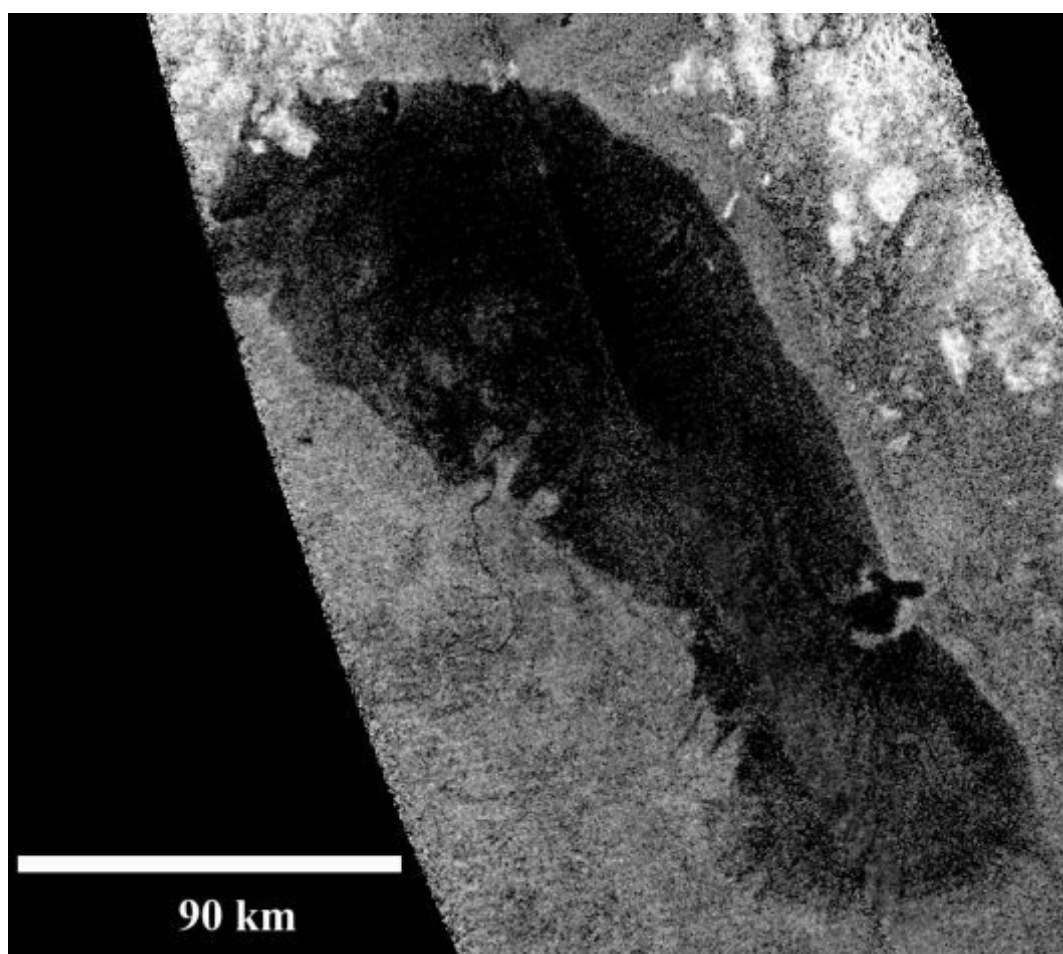
La sonda Cassini ha rilevato idrogeno molecolare, un gas che rappresenta un ottimo immagazzinatore di energia.

Su Titano gli organismi potrebbero usare l'idrogeno per garantirsi un'esistenza felice, un po' come cerchiamo di fare noi nella speranza di avere energia pulita per le nostre automobili.

Esistono o possono esistere microbi di questo tipo? La

risposta è affermativa e viene ancora una volta dall'ambiente a noi più vicino: la Terra.

Il nostro pianeta ospita una classe di batteri chiamata metanogeni, organismi semplici che vivono in totale assenza di ossigeno e utilizzano l'idrogeno molecolare prodotto dalle fermentazioni di altri batteri, protozoi o funghi, come fonte di energia per la loro sopravvivenza. Al momento si conoscono oltre 50 specie di batteri metanogeni che vivono in luoghi particolari come i fondali fangosi e melmosi delle paludi, ambienti perfetti per un isolamento da un'atmosfera che per loro sarebbe velenosa come quella di Titano per noi.

I nostri metanogeni sono ancora a base acquosa (non potrebbe essere altrimenti), ma almeno sappiamo che sul satellite di Saturno il cibo non scarseggia!

Il lago Ontario su Titano potrebbe essere un bel luogo di villeggiatura.

Peccato che al posto dell'acqua troviamo metano liquido, e forse anche qualche batterio titaniano.

Se sulla Terra microbi di questo tipo sopravvivono nonostante un ambiente enormemente ostile, su Titano, invece, potrebbero prosperare senza particolari difficoltà, data l'abbondanza di elementi favorevoli al loro sviluppo.

I batteri di Titano sarebbero comunque molto diversi rispetto ai mostri metanogeni, sia per le condizioni di temperatura in cui si dovrebbero trovare che per l'ambiente.

Ed ecco quindi che lentamente stiamo imparando a comprendere come possono essere organizzate eventuali forme di vita sufficientemente diverse da quelle terrestri, ma non così tanto da non poterle riconoscere.

Sarebbe tutto bello e interessante, magari ancora di più se avessimo almeno qualche indizio di quello che stiamo dicendo. Con la logica, la chimica e la matematica si possono costruire universi perfettamente funzionanti e forme di vita di ogni genere, ma poi dobbiamo capire se questo è un mero esercizio teorico o qualcosa di effettivamente corrispondente alla realtà.

Come sappiamo, qualsiasi processo biologico ha bisogno di energia e nel processo di sostentamento e riproduzione emette dei prodotti di scarto. In parole ancora più chiare: qualsiasi essere vivente modifica inevitabilmente l'ambiente circostante.

Sulla Terra gli organismi che utilizzano ossigeno hanno come prodotti di scarto l'anidride carbonica e l'acqua. Su Titano, eventuali organismi che utilizzano l'idrogeno potrebbero produrre come prodotti di scarto proprio il metano. La reazione che porta alla formazione di questo idrocarburo a partire da carbonio e idrogeno genera una quantità di energia sufficiente per

i processi biologici.

Il primo indizio, allora, è proprio la presenza di notevoli quantità di metano su Titano.

Ma quali molecole possono produrre metano utilizzando come carburante l'idrogeno dell'atmosfera? Poche righe addietro è stato usato genericamente il termine organico, ma di certo non tutti i composti a base di carbonio possono produrre questa reazione e fornire energia. Per scoprirlo dobbiamo ancora dare un'occhiata ai batteri metanogeni terrestri; probabilmente senza conoscerli non saremmo arrivati a una risposta convincente dal punto di vista scientifico.

Le sostanze più indicate sono l'etano e soprattutto l'acetilene; quest'ultimo è stato rilevato in quantità insolitamente basse. Anche l'idrogeno, in prossimità della superficie, subisce una riduzione inspiegabile. Che eventuali microrganismi utilizzino questi composti per sopravvivere, spiegando la loro relativa rarità?

Un altro indizio deriva dall'inspiegabile presenza di laghi di metano liquido nelle regioni tropicali: secondo le semplici leggi della termodinamica dovrebbero evaporare completamente in poche migliaia di anni.

Com'è possibile spiegare la presenza di metano liquido in luoghi che dovrebbero contenerne? La risposta più semplice è che qualcosa continui a produrre metano con un ritmo molto simile alla quantità che evapora. E questo misterioso processo potrebbe essere dovuto proprio all'attività biologica.

Questa sarebbe la pistola fumante, se non fosse che solamente una piccola percentuale delle regioni tropicali ed equatoriali di Titano è stata mappata dalla sonda Cassini. I laghi di metano al momento sembrano essere pochi e isolati gli uni

dagli altri e questo non ce lo si aspetterebbe da una superficie biologicamente attiva. Resta quindi viva un'altra ipotesi, sicuramente meno affascinante: e se questi non fossero che oasi rifornite da falde sotterranee provenienti da altre regioni del satellite, proprio come le oasi che si incontrano nei nostri deserti? Non si escluderebbe di certo la possibilità di forme di vita, ma questa non sarebbe più una prova a favore della loro esistenza.

Se riuscissimo a scoprire cambiamenti stagionali o giornalieri nella composizione chimica dello strato atmosferico superficiale o nella superficie stessa, saremmo quasi certi che tutte queste speculazioni sono qualcosa di molto vicino alla realtà dei fatti.

Il grande satellite di Saturno è ancora più interessante perché al suo interno, qualche decina di chilometri sotto la crosta ghiacciata, sembra ospitare un immenso oceano profondo forse un centinaio di chilometri, simile a quello di Europa. Potremmo trovare forme di vita?

La risposta potrebbe arrivare dall'analisi di vulcani particolari, chiamati criovulcani.

A causa delle temperature estremamente basse, i vulcani a queste distanze non eruttano magma incandescente, ma acqua liquida che poi depositatasi sulla superficie impiega qualche giorno per solidificare, proprio come la nostra lava.

I criovulcani potrebbero quindi rappresentare la nostra speranza di studiare l'ambiente diversi chilometri al di sotto della crosta superficiale senza scavare neanche un centimetro. Il problema è capire se quelli di Titano siano ancora attivi o meno, e nel primo caso avere la fortuna di trovare tracce geologicamente recenti di qualche eruzione d'acqua da poter studiare.

Se i complessi meccanismi in atto su Titano venissero confermati, si verificherebbe allora una condizione in qualche modo opposta alla Terra: i metanogeni avrebbero il controllo della superficie ricca di idrocarburi liquidi, mentre forme di vita simili ai nostri batteri anaerobici ed estremofili potrebbero trovarsi nascoste nelle profondità del grande oceano d'acqua.

Non si sa ancora se e quando una risolutiva missione automatica verrà inviata su Europa e Titano, ma alla luce delle nuove scoperte sembra proprio che questi insospettabili outsider abbiano spodestato Marte come luoghi più adatti alla presenza di vita extraterrestre nel nostro Sistema Solare.

Spedita nello spazio dai geyser di Encelado?

Un altro satellite di Saturno, Encelado, ha attirato l'attenzione dopo che la sonda Cassini ha messo in evidenza enormi getti di cristalli d'acqua ghiacciata espulsi dalle spaccature sulla superficie e rilasciati direttamente nello spazio. Questi criovulcani attivi o geyser freddi, sembrano mettere in evidenza una struttura ancora più simile a Europa.

Encelado, infatti, non ha atmosfera e sembra sia composto in superficie da grandi quantità di ghiaccio.

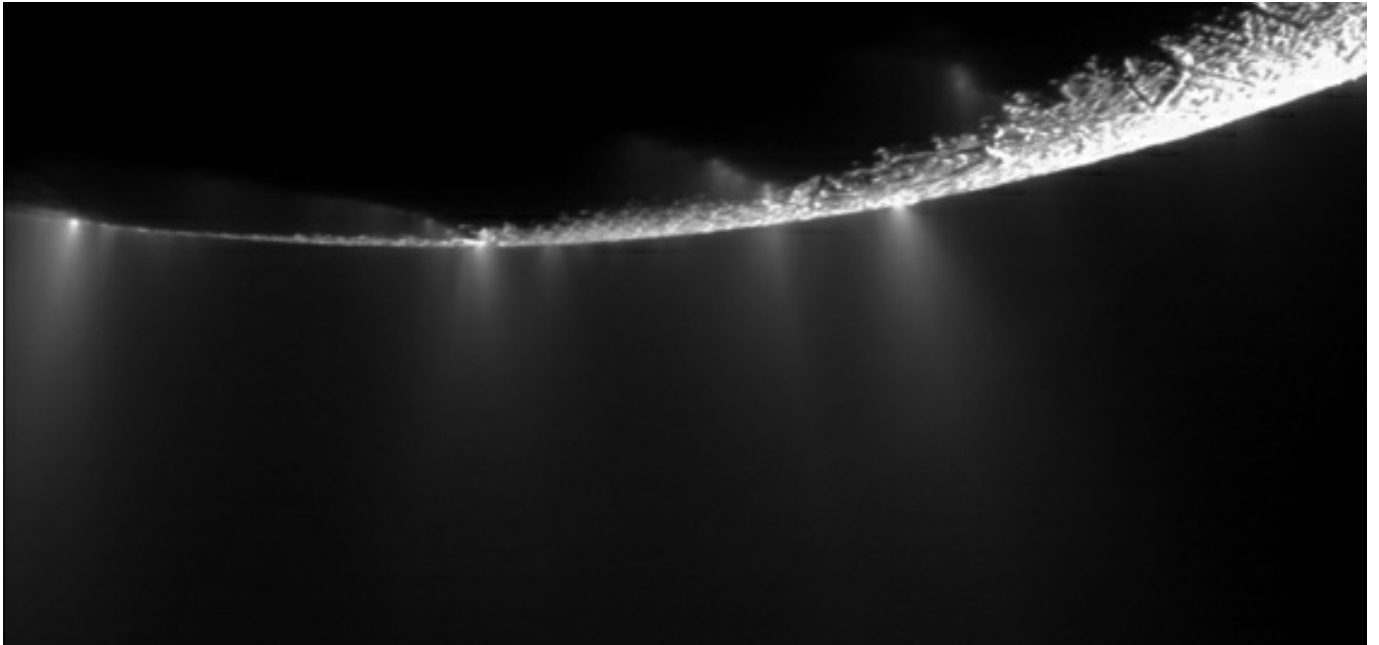
All'interno grandi sacche d'acqua liquida sono disciolte dal calore provocato dall'attrazione mareale di Saturno, che produce anche delle spaccature dalle quali l'acqua liquida ad alta pressione riesce ad uscire con estrema violenza e riversarsi nello spazio, congelando quasi istantaneamente.

L'orbita all'interno della magnetosfera di Saturno garantisce il flusso di particelle che su Europa produce l'ossigeno e una periodica rigenerazione superficiale.

A questo punto le condizioni per l'esistenza di forme di vita microbica e forse anche più complessa possono essere concrete, con una piccola ma importantissima differenza: possiamo analizzare l'acqua che sgorga dalle profondità senza dover scavare alcun buco.

Se Encelado nasconde all'interno forme di vita, queste vengono sicuramente eiettate nello spazio ogni volta che si assiste all'eruzione di questi giganteschi geyser. Alcuni astronomi e astrobiologi pensano in effetti che Encelado possa essere il primo corpo celeste conosciuto a eruttare microbi, come fosse un gigantesco starnuto cosmico.

Con la sonda Cassini in orbita attorno al pianeta, è probabile

che si possa avere una conferma o una smentita prima della fine della sua missione, attualmente prevista per il 2017. In caso contrario sarà difficile effettuare analisi approfondite prima dell'arrivo di un'altra astronave, ancora neanche prevista da nessuna agenzia spaziale.

I grandi geyser di Encelado spruzzano acqua liquida e microrganismi nello spazio?

Nell'inferno venusiano?

Mano a mano che avanzano le nostre conoscenze del Sistema Solare e della Terra, appare evidente che la vita potrebbe svilupparsi, meglio, germogliare (poiché i semi, cioè le molecole organiche, sono sparse ovunque), anche in ambienti impensabili fino a qualche anno fa.

Se i sovietici sono stati un po' ottimisti a inviare le prime capsule sul suolo di Venere provviste di un meccanismo di galleggiamento e di trasmissione in caso di atterraggio in un oceano d'acqua liquida, alcuni astronomi hanno teorizzato che primitive forme di vita possano esistere anche su Venere, il pianeta più inospitale del Sistema Solare.

Ma com'è possibile che un microrganismo riesca a svilupparsi su una superficie rovente come quella venusiana? In effetti non è possibile, almeno per la vita che attualmente conosciamo. Neanche i tenaci estremofili possono sopportare temperature superiori a 120°C, figuriamoci oltre 400°C! Per non parlare della totale assenza di acqua, probabilmente da diversi miliardi di anni (se non da sempre) e di qualsiasi altro liquido che possa rappresentare un ambiente adatto per la chimica delle molecole organiche. Non è detto però che la vita primordiale debba necessariamente aver bisogno di rocce su cui aggrapparsi.

La risposta viene di nuovo dal nostro pianeta, in particolare da quei microrganismi che vivono nella stratosfera, a circa 40 km di altezza, senza aver bisogno di "poggiare i piedi".

Gli strati delle nubi di Venere, a circa 50 km dalla superficie, sperimentano una temperatura gradevole (circa 30°C) e una pressione di circa 1 atmosfera: si tratta del luogo più simile alla Terra di tutto il Sistema Solare, proprio sul pianeta più infernale.

Schermati dalle molecole atmosferiche che bloccano i dannosi raggi ultravioletti e il vento solare, colonie di microbi potrebbero considerare il pianeta come il loro angolo di paradiso, ignorando completamente cosa li aspetterebbe se si trovassero sulla superficie.

Naturalmente tra questo modello teorico e la realtà ci sono di mezzo delle prove che attualmente non abbiamo.

Però alcuni indizi contribuiscono ad alimentare la speranza.

Quali sono? Di nuovo, tracce di elementi che per quanto ne sappiamo (ma ci potremmo sbagliare!) non dovrebbero esistere in modo stabile in quella zona dell'atmosfera venusiana. In particolare, l'idrogeno solforato e l'anidride solforosa dovrebbero reagire e formare una nuova specie molecolare. Quindi, se non c'è un meccanismo che le produce continuamente, in poche migliaia di anni dovrebbero sparire del tutto dall'atmosfera. In altre parole, una delle possibili risposte (forse l'unica che al momento conosciamo) per lo squilibrio nell'atmosfera di Venere è che la biologia sia al lavoro in silenzio e al riparo dai nostri indiscreti sguardi.

Un'altra traccia deriva dal solfuro di carbonile, un elemento difficilissimo da generare con reazioni chimiche non biologiche.

Alcuni astrobiologi si sono spinti a ipotizzare che la presenza e le proprietà di questi microbi potrebbero essere alla base dello strano comportamento dell'atmosfera in ultravioletto. Nessuno ha ancora la più pallida idea di come spiegare le immagini che si possono riprendere anche con un telescopio amatoriale. Nel vicino ultravioletto, e solo in questa regione, in atmosfera sono presenti dei composti che assorbono la radiazione solare.

Spostandoci già alle lunghezze d'onda blu l'effetto scompare e diventano visibili normali strutture nuvolose situate circa 20 km

più in basso. I più ottimisti affermano che le nubi in ultravioletto possano essere flussi di microbi che assorbono questa lunghezza d'onda per alimentare i propri processi biologici. Non è un'idea bizzarra perché anche la nostra pelle assorbe gli ultravioletti (non quelli troppo energetici) e produce melanina, abbronzandosi. Al momento quindi, tutto è possibile. L'unica certezza è rappresentata dalla presenza di questi misteriosi assorbitori UV di natura sconosciuta.

Non si esclude che un tempo lontanissimo, agli albori del Sistema Solare, Venere, come Marte, potesse aver sperimentato un clima radicalmente diverso rispetto all'attuale, con bacini di acqua liquida e le prime forme di vita sulla superficie che forse hanno fatto in tempo ad assistere alla completa distruzione di quell'ambiente così gradevole, quanto fugace.

Lo scopriremo solamente quando i primi robusti rover riusciranno a camminare in quel forno a cielo aperto e resistere a pressioni di 94 atmosfere.

Nelle nubi di Venere si possono nascondere microrganismi in sospensione responsabili della strana risposta nella lunghezza d'onda ultravioletta?

Vita (elementare) nel futuro del Sistema Solare?

Fino a questo momento abbiamo cercato forme di vita primitive in un lontano passato e nel presente, ma cosa dire del futuro?

Tra circa 5 miliardi di anni il Sole dovrebbe entrare nelle fasi finali della propria vita. L'idrogeno al centro scarseggerà, il nucleo si contrarrà aumentando di temperatura fino a 100 milioni di gradi e innescando la fusione dell'elio. Contemporaneamente gli strati esterni si espanderanno spazzando via Mercurio, Venere e probabilmente la Terra, ponendo fine per sempre al dominio della vita. Questa stella dal colore lievemente giallo, tranquilla per dieci miliardi di anni, si sarà trasformata in una gigante rossa, un astro enorme e centinaia di volte più luminoso di prima.

Se i pianeti interni potrebbero subire una fine scontata e terribile, grandi sconvolgimenti potrebbero toccare anche ai pianeti esterni e ai satelliti, in particolare a Titano.

La luna di Saturno, infatti, secondo alcuni studi si verrebbe a trovare alla giusta distanza dalla nuova configurazione stellare per sperimentare temperature miti, tali da sostenere l'acqua allo stato liquido.

Non sappiamo cosa succederà al metano e agli idrocarburi in superficie, probabilmente evaporeranno in poco tempo e si disperderanno prima in atmosfera, poi nello spazio. I raggi ultravioletti del Sole diraderanno la nebbia di idrocarburi, favorendo un ulteriore riscaldamento, sufficiente per sciogliere le grandi riserve di ghiaccio d'acqua contenute nella crosta, generando probabilmente mari e oceani che prenderanno il posto degli antichi bacini di idrocarburi. L'acqua, mischiata all'ammoniaca e alle enormi quantità di molecole organiche,

potrebbe rappresentare l'ambiente perfetto per la nascita di primitive forme di vita, proprio come è accaduto sulla Terra. Di tempo ce ne sarà in abbondanza, probabilmente più di un miliardo di anni.

Sarà un vero peccato non poter assistere allo spettacolo di un cielo finalmente trasparente, occupato per circa 1/3 dagli straordinari anelli di Saturno; il tutto, magari, da una tiepida spiaggia in riva a un oceano color verde smeraldo.

Un panorama alieno? No, probabilmente questa sarà la superficie di Titano quando il Sole si trasformerà in una gigante rossa, scioglierà le grandi riserve di acqua liquida e permetterà, forse, alla vita come la conosciamo di prosperare, seppur per breve tempo.

Vita nel Sistema Solare: un'unica origine?

Giunti al termine di questo piccolo viaggio dedicato alla vita nel Sistema Solare possiamo ora rispondere in modo più approfondito a una domanda un po' vecchiotta: da dove vengono i mattoni della vita?

La recente scoperta di questi elementi un po' ovunque nel Sistema Solare ha dato una spinta notevole alla teoria dell'inseminazione esterna della Terra, fino a questo momento suggerita solamente da deboli indizi indiretti.

Parrebbe quindi almeno plausibile che l'esperimento di Miller sia iniziato addirittura prima che la Terra disponesse di stabili bacini idrici e sia avvenuto su scala extraplanetaria, coinvolgendo buona parte del Sistema Solare.

Poiché non abbiamo la presunzione di credere che la storia evolutiva del Sole e del Sistema Solare sia stata differente rispetto a quella delle miliardi di stelle disseminate nella Via Lattea, è possibile ipotizzare che i semi della vita siano presenti ovunque negli ambienti interstellari e trasportati dai corpi minori, al riparo dalle alte temperature e dalla dannosa radiazione stellare.

E proprio come i semi di alcuni fiori viaggiano trascinati dal vento sulla superficie terrestre, germogliando dove trovano le condizioni adatte, così i semi della vita forse non aspettano che un pianeta perfetto per dare inizio alla meravigliosa storia degli esseri viventi.

Il pensiero del fisico del diciannovesimo secolo, Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, rende bene l'idea di questo affascinante scenario:

"… a me pare rientri in una procedura scientifica pienamente

corretta il domandarsi se la vita abbia in realtà mai avuto un'origine, se non sia vecchia quanto la materia stessa, e se le spore non possano essere state trasportate da un pianeta all'altro e abbiano attecchito laddove abbiano trovato terreno fertile."

Poco dopo la formazione, con i pianeti ormai freddi, le grandi quantità d'acqua che precipitavano continuamente dallo spazio attraverso comete e soprattutto asteroidi hanno riempito le depressioni della Terra, di Marte e probabilmente anche di Venere. Depositi di ghiaccio sono sopravvissuti anche nelle regioni polari di Mercurio e della Luna, ben al riparo dalla radiazione solare.

Si pensa che Marte, come abbiamo visto, sia stato il primo a sviluppare condizioni adatte alla vita e i primi organismi. Poi, nuovi impatti meteoritici potrebbero aver trasportato la vita su una Terra ancora in ritardo dal punto di vista evolutivo. Marte potrebbe quindi aver inseminato la Terra primordiale.

Ma lo scambio di informazioni potrebbe essere stato ancora più ampio. Il vento solare che spazzava via l'atmosfera di Venere poteva strappare anche gli antichi microrganismi che popolavano oceani e aria, trasportandoli fin sulla Terra, Marte o addirittura più lontano.

I nuovi meteoriti provenienti dai pianeti rocciosi potevano trasportare microbi ovunque nel Sistema Solare, persino su lontani satelliti come Europa e Titano.

Non conosciamo naturalmente quale sia stata la sequenza seguita, né se sia prevalsa la vita di origine venusiana, marziana o terrestre, ma è indubbio che molecole organiche prima, e vita elementare poi, abbiamo potuto viaggiare attraverso tutto il Sistema Solare a bordo di quei corpi celesti che ora per noi rappresentano una minaccia estremamente seria.

Oggi sappiamo che pianeti e corpi minori possono resistere addirittura alla violenta esplosione di una stella; batteri e molecole organiche sopravvivono anche nello spazio. Alcuni microrganismi possono trasformarsi nello stato di spore, una specie di letargo che può durare milioni di anni e superare condizioni terribilmente avverse in attesa di un ambiente più propizio per “svegliarsi”.

Comete e asteroidi, anche quelli di origine planetaria, possono uscire dal Sistema Solare a seguito di particolari interazioni con i pianeti più grandi (come Giove). Ogni anno sono diverse le comete osservate che dopo un rapido passaggio intorno al Sole sono destinate a perdersi nello spazio per sempre, portandosi dietro acqua e molecole organiche.

Probabilmente la molecola di DNA non riuscirebbe a superare le lunghe traversate interstellari perché sembrerebbe avere una vita di qualche milione di anni al massimo. Questi almeno sono i risultati condotti su antichi ghiacci dell’Antartide, i quali hanno mostrato come questa macromolecola tenda a subire gli inevitabili effetti dell’entropia. Allo stesso tempo, però, i componenti, tra cui anche le basi azotate, si trovano frequentemente in meteoriti e comete.

È proprio così assurdo pensare che almeno gli ingredienti fondamentali della vita possano avere una storia antica quasi quanto l’Universo e siano teoricamente in grado di viaggiare tra gli sterminati spazi interstellari?

Prima di liquidare questo viaggio come impossibile, ricordiamoci che in ogni singolo atomo delle nostre cellule è scritta la storia dell’Universo. Quasi tutti gli elementi di cui siamo costituiti derivano direttamente dall’esplosione di milioni di stelle antichissime in qualche parte della Galassia, il cui

materiale disperso nello spazio si è poi raccolto di nuovo per formare il Sole e i pianeti.

E da dove si sono formati il Sole, i pianeti, quindi le molecole organiche 4,6 miliardi di anni fa? Da un miscuglio di gas che prima apparteneva sicuramente ad altre stelle.

E se la vita avesse davvero un'origine molto più globale rispetto a questo piccolo pianeta blu, sperduto in un punto periferico della Galassia, è probabile che l'Universo ne sia pieno e che, soprattutto, tutti gli esseri viventi sparsi in miliardi di miliardi di pianeti abbiamo un'origine comune e antichissima.

Questa è una teoria chiamata panspermia che risale filosoficamente fino agli antichi greci. Ma forse ora stiamo volando un po' troppo con l'immaginazione.

Nel prossimo volume

Neofiti: Come funzionano i telescopi

Costellazioni: Capricorno e Acquario

Astrofotografia: Imaging planetario: preparare il setup

Ricerca: Scoprire pianeti extrasolari dal balcone di casa

Astrofisica: L'espansione dell'Universo

Astronautica: L'esplorazione di Mercurio

Attualità: Che cos'è il bosone di Higgs e perché è così importante?

Per consigli, critiche, suggerimenti o per inviare materiale (immagini, articoli) scrivetemi a info@danielegasparri.com

Per vedere tutti i miei libri cliccare qui

Se vi siete persi gli altri volumi di astronomia per tutti, li trovate qui